

ISB-INMA TEH

AGRICULTURAL AND MECHANICAL ENGINEERING

Bucharest
2014

ISB-INMA TEH

**AGRICULTURAL AND MECHANICAL
ENGINEERING**

**Bucharest
2014**

ORGANIZING COMMITTEE

- Prof. Ph.D. Eng. PARASCHIV Gigel -P.U. Bucharest (RO);
- Prof. Ph.D. Eng. PIRNĂ Ion - INMA Bucharest (RO);
- Prof. Ph.D. Eng. VOICU Gheorghe - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. BIRIȘ Sorin - P.U. Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. VLĂDUȚ Valentin - INMA Bucharest (RO);
- Assoc.Prof.Ph.D.Eng. CARP-CIOCÂRDIA Crăița - P.U. Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. POPA Lucreția - INMA Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. GANEA Ioan - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Stud. Eng. ȘTEFAN Vasilica - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Stud. Eng. PETCU Albert - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Stud. Eng. PERSU Cătălin - INMA Bucharest (RO);
- Lect. PhD. Eng. CONSTANTIN Gabriel - P.U. Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. MURARU Virgil - INMA Bucharest (RO);

PROGRAM COMMITTEE

- TINKER David - Secretary-General EurAgEng;
- Prof. PhD. Eng. PARASCHIV Gigel -P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. ANDRONESCU Ecaterina - PU Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. PRISECARU Tudor - P.U. Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. COSTOIU Mihnea - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. PIRNA Ion - INMA Bucharest (RO);
- Prof. PhD. De Wrachien Daniele - State University of Milan (IT);
- Prof. PhD. Eng. CÂMPEANU Sorin - USAMV Bucharest (RO)
- Prof. PhD. Eng. VOICU Gheorghe - P.U. Bucharest (RO);
- Prof.PhD.Eng. FILIP Nicolae - Technical University Cluj Napoca (RO);
- Prof. Ph.D. Eng. BIRIȘ Sorin-Ștefan - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc.Prof.PhD. Eng. BUNGESCU Sorin – USAMVB Timisoara (RO);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. ATANASOV Atanas - University of Rouse (BG);
- Assoc.Prof.PhD. Eng. BORUZ Sorin - University of Craiova;
- Assoc.Prof. PhD. Eng. SAVIN Lazar - University of Novi Sad (SR);
- Assoc. Prof. PhD. PANAYOTOVA Galina - Agricultural Academy (BG);
- Prof. PhD. Eng. PADUREANU Vasile -T.U. Brasov (RO);
- Prof. PhD. Eng. CĂSĂNDROIU Tudor - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. ȚENU Ion - USAMV Iași (RO);
- Prof. PhD. JOVANOVIĆ Larisa – Soc. for Env. Prot. of Serbia;
- Prof. PhD. Eng. KOSUTIC Silvio - Zagreb University (HR);
- Prof. PhD. Eng. MARTINOV Milan – University of Novi Sad (SR);
- Prof. PhD. Eng. MIHAILOV Nikolai - University of Rouse (BG);
- Prof. PhD. Eng. BRKIĆ Miladin - University of Novi Sad (SR);
- Prof. Ph.D. YAO X. Guanxin - Along Agriculture R&D Technology and Management Consulting Co., Ltd (CN);
- Prof. PhD. Eng. DAVID Ladislau - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. GERGEN Iosif - USAMVB Timisoara (RO);
- Prof. PhD. Eng. TUCU Dumitru - P.U. Timisoara (RO);
- Prof. PhD. Eng. BĂDESCU Mircea - University of Craiova (RO);
- Prof. PhD. Eng. SĂRĂCIN Ion - University of Craiova (RO);
- Prof. PhD. Eng. GONZÁLEZ Omar - Central University "Marta Abreu" de las Villas, (CU);
- Prof. PhD. Sc. Eng. BARAC Săsa - Serbia University of Prishtina (SR);
- PhD. Eng. USENKO Mykhaylo - State Technical University Luts'k (UKR);
- PhD. Eng. PANDIA Olimpia - USAMV Bucharest (RO);
- Ress.Assist. PhD SELVİ Kemal - Ondokuz Mayıs University (TR)
- PhD. KABAŞ Önder - Batı Akdeniz Agricultural Research Institute (TR);
- Assoc.Prof. PhD. Eng. ERTEKIN Can - Akdeniz University (TR);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. KISS Imre - P.U. Timisoara (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. ILIE Filip - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. MAICAN Edmond - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. PhD. MAGÓ László - Szent Istvan University (HU)
- Assoc. Prof. PhD. Eng. BELC Nastasia - IBA Bucharest (RO);
- PhD. Eng. DRAGOMIR Cătălin - IBNA Balotești (RO);
- Prof. PhD. Eng. Ragazzi Marco -University of Trento (IT);
- Prof. PhD. Eng. Torretta Vincenzo - Insubria University (IT);
- Ph.D. Eng. VLĂDUȚ Valentin - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Eng. PĂUN Anișoara - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Stud. Eng. MATAACHE Mihai - INMA Bucharest (RO);
- Lect. PhD. Eng. DUȚU Iulian - P.U. Bucharest (RO);
- PhD. Ch. POPESCU Carmen - S.C. HOFIGAL S.A. (RO);
- PhD. Eng. MARIN Eugen - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Eng. DUMITRESCU Cătălin - INOE 2000 – IHP (RO);
- PhD. Eng. CEREMPEI Valerian - MECAGRO, Institute of Agricultural Technique (MD);
- Ph.D. Eng. RADA Elena Cristina - University of Trento (IT)
- PhD. Eng. Żelaziński T. - Warsaw University of Life Sciences (PL);
- Lect. PhD. Eng. HĂRMĂNESCU Monica - USAMVB Timisoara (RO);
- Assoc. Prof. PhD. Ec. DAVID Oana - P.U. Bucharest (RO);
- Lect. Ph.D. Eng. DUȚU Mihaela - P.U. Bucharest (RO);
- Lect. PhD. Eng. MATEI Gheorghe - University of Craiova (RO);
- Lect. PhD. Eng. COVALIU Cristina - P.U. Bucharest (RO)
- Lect. PhD. Eng. VOICU Paula - P.U. Bucharest (RO).

ISB-INMA-TEH' 2014

**NATIONAL INSTITUTE OF RESEARCH-DEVELOPMENT
FOR MACHINES AND INSTALLATIONS DESIGNED TO
AGRICULTURE AND FOOD INDUSTRY - INMA Bucharest**

6 Ion Ionescu de la Brad Bld., sector 1, Bucharest

**BIOTECHNICAL
SYSTEMS ENGINEERING
- ISB Bucharest**

290 Splaiul Independenței Str., sector 6, Bucharest

Print: ISSN 2344 - 4118

CD-ROM: ISSN 2344 - 4126

ISSN-L 2344 - 4118

Indexed in CAB DIRECT <http://www.cabdirect.org/search.html?q=ct%3A%22ISB-INMA+TEH%27+2014.+International+Symposium+Aggricultural+AND+Mechanical+Engineering%2C+Bucharest%2C+Romania%2C+30-31+October+2014%22>

Edited by: INMA Bucharest

CONTENTS

No.	SECTION 1 - POWER AND MACHINERY	Pg.
1.	INTERACTION PROCESS BETWEEN STRIP-TILLAGE EQUIPMENT, PLANT RESIDUES AND SOIL / <i>JUOSTINIO ŽEMĖS DIRBIMO MAŠINOS, AUGALINIŲ LIEKANŲ IR DIRVOS SĄVEIKOS TYRIMAI</i> PhD. Stud. Vaitauskienė K., Prof. Šarauskis E. Institute of Agricultural Engineering and Safety, Aleksandras Stulginskis University, Lithuania	9
2.	RESEARCHES REGARDING THE EFFECT OF TILLAGE OPERATIONS ON SOME PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOIL / <i>CERCETĂRI PRIVIND IMPACTUL LUCRĂRIILOR DE PREGĂTIRE A PATULUI GERMINATIV ASUPRA UNOR ÎNSUȘIRI FIZICE ALE SOLULUI</i> Prof. Ph.D. Eng. Țenu I., Prof. Ph.D. Eng. Roșca R., Lect. Ph.D. Eng. Cârlescu P., D. Eng. Butnaru C.L. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iași, Faculty of Agriculture / Romania	15
3.	THE INFLUENCE OF METALLOGRAPHIC STRUCTURE OVER THE ATTRITION OF ACTIVE PARTS OF AGRICULTURAL EQUIPMENTS MADE FROM SINTERED IRON-BASED MATERIALS / <i>ÎNCERCĂRI ALE UNOR MATERIALE SINTERIZATE PENTRU CONSTRUCȚIA ORGANELOR ACTIVE ALE MAȘINII DE PLANTAT RĂSADURI</i> Prof. PhD. Eng. Sărăcin I. ¹⁾ , Lect. PhD. Eng. Pandia O. ²⁾ , Assoc. Prof. PhD. Eng. Bozga I. ²⁾ ¹⁾ University of Craiova / Romania; ²⁾ University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Bucharest/Romania	23
4.	THE EGYPTIAN EXPERIENCE WITH THE PRODUCTION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT SPARE PARTS FROM AUSTEMPERED DUCTILE IRON (ADI) / <i>التجربة المصرية لتصنيع قطع غيار المعدات الزراعية المعرضة من سبيكة الزهر المرن على المتانة (ADI)</i> Prof. Adel Nofal ¹⁾ , Dr. Hesham Farag ²⁾ ¹⁾ Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI), Cairo / Egypt; ²⁾ Agricultural Engineering Research Institute (AEnRI), Cairo / Egypt	29
5.	RESEARCHES ON OBTAINING THE REAL STRESS SPECTRUM FOR THE RESISTANCE STRUCTURE OF THE MAS 65 DEEP SOIL LOOSENING MACHINE / <i>CERCETĂRI PRIVIND OBȚINEREA SPECTRULUI REAL DE SOLICITARE AL STRUCTURII DE REZISTENȚĂ A MAȘINII PENTRU AFÂNAREA ADÂNCĂ A SOLULUI MAS 65</i> PhD. Stud. Eng. Matache M. ¹⁾ , Prof. Ph. Eng. Voicu Gh. ²⁾ , Math Cardei P. ¹⁾ , PhD. Stud. Eng. Persu C. ¹⁾ , Assoc. Prof. PhD. Eng. Savin L. ³⁾ ¹⁾ INMA Bucharest / Romania; ²⁾ University POLITEHNICA Bucharest / Romania; ³⁾ University of Novi Sad / Serbia	39
6.	EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE OBTAINED PRODUCT QUALITY TO THE MECHANICAL HARVESTING OF CHAMOMILE INFLORESCENCES / <i>CERCETAREA EXPERIMENTALA A CALITATII PRODUSULUI OBTINUT LA RECOLTAREA MECANIZATA A INFLORESCENTELOR DE MUSETEL</i> Eng. Muscalu A. ¹⁾ , Biol. Pruteanu A. ¹⁾ Prof. PhD. Eng. David L. ²⁾ ¹⁾ INMA Bucharest / Romania; ²⁾ University POLITEHNICA of Bucharest / Romania	45
7.	PRELIMINARY CONSIDERATIONS ON THE DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR CALCULATING OPTIMAL OPERATING PARAMETERS FOR AGRICULTURAL AGGREGATES/ CONSIDERATII PRELIMINARE PRIVIND REALIZAREA UNUI SISTEM DE CALCUL OPTIMAL AL PARAMETRIILOR DE EXPLOATARE A AGREGATELOR AGRICOLE / Eng. Ludig M., Eng. Bolinitineanu G., Ph.D. Stud. Eng. Cujbescu D., Ph.D. Stud. Eng. Persu C. INMA Bucharest / Romania	53
8.	APPROACH, LIMITS AND CRITERIA FOR FARM MACHINERY REPLACEMENT IN AGRICULTURE / <i>ПОДХОД, ОГРАНИЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ПРИ ЗАМЯНА НА СЕЛСКОСТОПАНСКА ТЕХНИКА ЗА ЗЕМЕДЕЛИЕТО</i> Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Vezirov Ch.Z. ¹⁾ , Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Atanasov At.Z. ¹⁾ , Ph.D. Stud. Eng. Hristov H.Y. ¹⁾ , Ph.D. Eng. Vlăduț V. ²⁾ ¹⁾ Ruse University, Agro-industrial Faculty / Bulgaria; ²⁾ INMA Bucharest / Romania	57
9.	MOIRÉ SUPPORTED STRAIN DISTRIBUTION DETERMINATION ON MACHINE ELEMENTS OF DISCONTINUOUS GEOMETRY / <i>LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DE PEÇAS MECÂNICAS DE GEOMETRIA DESCONTÍNUA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE MOIRÉ POR PHASE-SHIFTING</i> Prof. Ph.D. Eng. Gazzola J. ¹⁾ , Ph.D. Stud. Eng. Cardoso K.C. ²⁾ , Ph.D. Stud. Eng. Silva M. V.G. ²⁾ , Prof. Ph.D. Eng. Dal Fabbro I.M. ²⁾ ¹⁾ Department of Agricultural Engineering, UFS, Aracaju / Brazil ²⁾ Faculty of Agricultural Engineering, UNICAMP, Campinas / Brazil	65
10.	THEORETICAL CONSIDERATIONS REGARDING IMPROVING ENERGY CONSUMPTION OF A RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM OF SUPERINTENSIVE FISH GROWING / <i>CONSIDERAȚII TEORETICE PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȚIREA CONSUMULUI ENERGETIC AL UNUI SISTEM</i>	71

ACVACOL RECIRCULANT DE CREȘTERE SUPERINTENSIVĂ A PEȘTELOR
PhD. Stud. Eng. David E.A., Phd. Eng. Pop A., PhD. Stud. Eng. Andrei S.
 INMA Bucharest – Branch Timisoara / Romania

11. **ORGANIC APIARY DESIGN IN BULGARIA /**
ПРОЕКТИРАНЕ НА БИОЛОГИЧНИ ПЧЕЛИНИ В БЪЛГАРИЯ
Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Atanasov At.¹, Ph.D. Hristakov I.¹, Assoc. Prof. Ph.D. Lubenov L.¹, Ph.D. Eng. Vlăduț V.², Assoc. Prof. Ph.D. Dochev V.³, Prof. Ph.D. Eng. Biris St.S.⁴ 77
¹Ruse University, Agro-industrial Faculty / Bulgaria; ²INMA Bucharest / Romania;
³IASS Obrzov Chiflik Ruse / Bulgaria; ⁴University POLITEHNICA of Bucharest / Romania

12. **STUDY ON THE SHADE-TOLERANCE ABILITY OF GLECHOMA HEDERACEA /**
欧活血丹的耐荫能力研究
Lect. M. S. Agr. Wang J.Q.¹, Ph.D. Agr. Yang D.P.², Prof. Ph. D.Agr. Zhu N.³, Prof. Ph. D. Yung Dmitry⁴ 85
¹College of Architecture and Urban Environment, Soochow University, Suzhou / China; ²Research Department, China Society for Urban Studies, Beijing / China; ³College of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin / China; ⁴Seoul Konghon Service Center for Agricultural Flower Planting, Seoul / Republic of Korea

13. **DESIGN OF AQUACULTURE SYSTEM BASED ON WIRELESS MONITORING AND ITS TESTING /**
无线监控水产养殖系统设计与试验
Prof. Ph.D. Lijia Xu¹, Prof. Zhiliang Kang¹, Stud. Danni Bao¹, Stud. Yu Feng¹, Prof. Ph.D. K. Jorshin² 93
¹College of Information and Engineering Technology, Sichuan Agriculture University, Ya'an / China;
²Dept. of Agricultural Engineering, New South Tese Corporation of Technology, Auckland / New Zealand

14. **CHOPPING OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS /**
TOCAREA PLANTELOR MEDICINALE SI AROMATICE
Eng. Muscalu A.¹, Biol. Pruteanu A.¹ Prof. Phd. Eng. David L.² 103
¹INMA Bucharest / Romania; ²University POLITEHNICA of Bucharest / Romania

15. **OPTIMIZATION OF THE ELECTRICITY CONSUMPTION IN INDUSTRIAL BUILDINGS /**
OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE ENERGIE ELECTRICA AL UNEI HALE INDUSTRIALE 111
Eng. Pop F., Eng. Marian M.
 INMA Bucharest / Romania

SECTION 2 - ECOLOGY & ENVIRONMENT

16. **RESEARCH ON COPPER IONS REMOVAL FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING ENVIRONMENTAL FRIENDLY NANOMATERIALS /**
CERCETĂRI PRIVIND ÎNDEPĂRTAREA IONILOR DE CUPRU DIN APA UZATĂ INDUSTRIALĂ UTILIZÂND NANOMATERIALE NEPOLUANTE 119
Lect. Ph. D. Eng. Covaliu C.¹, Ph. D. Chim. Bunghez I.R.², Prof. Ph.D. Eng. Biriș S.Șt.¹, Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G.¹
¹University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania
²INCDP-ICECHIM Bucharest / Romania

17. **THE USE OF PELARGONIUM FOR THE REMEDIATION OF ORGANIC CONTAMINATED SOIL /**
UTILIZAREA PLANTELOR PELARGONIUM PENTRU REMEDIEREA SOLURILOR CONTAMINATE ORGANIC 125
Lect. Ph.D. Stud. Eng. Istrate I.A.¹, Ph.D. Eng. Rada E.C.², Prof. Ph.D. Eng. Ragazzi M.²
¹University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ²University of Trento / Italy

18. **PRODUCTION OF POLYPORUS SQUAMOSUS BIOMASS IN SUBMERGED CULTURE WITH ALTERNATIVE CARBON SOURCE /**
OBȚINEREA DE BIOMASĂ DIN POLYPORUS SQUAMOSUS ÎN CULTURĂ SUBMERSĂ CU SURSE DE CARBON ALTERNATIVE 133
Assoc. Prof. Ph.D. Ferdeș M., Lect. Ph.D. Eng. Dincă M.
 University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania

19. **INDOOR ENVIRONMENTAL MONITORING OF CLEAN ROOMS /**
MONITORIZAREA MEDIULUI DIN SPAȚII STERILE 139
Lect. Ph.D. Eng. Safta V.V.¹, Eng. S.R. Ciucă V.C.²
¹University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania
²N.S. "Pasteur Institute" Bucharest / Romania

20. **EXPERIMENTAL STUDY ON MICROGREENHOUSE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM BASED ON ARDUINO /**
STUDIU EXPERIMENTAL PRIVIND CONTROLUL AUTOMAT IN MICROSERE BAZAT PE ARDUINO 145
Lect. Ph.D. Eng. Ipate G.¹, Prof. Ph.D. Eng. Voicu G.¹, Ph.D. Eng. Manea D.², Ph.D. Stud. Eng. Nutescu C.¹
¹University POLITEHNICA of Bucharest / Romania, ²INMA Bucharest / Romania

21. **CONTRIBUTIONS REGARDING THE TECHNICAL SOLUTIONS FOR BIOLOGICAL FILTRATION
WITHIN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS /
CONTRIBUȚII PRIVIND SOLUȚII TEHNICE PENTRU FILTRAREA BIOLOGICĂ
ÎN CADRUL SISTEMELOR ACVACOLE RECIRCULANTE** 151
PhD. Stud. Eng. Andrei S.G., Ph.D. Eng. Pop A., PhD. Stud. Eng. David E., Eng. Ștefanov C.
INMA Bucharest – Branch Timisoara
22. **BASIC PARAMETERS INFLUENCING THE FERMENTATION OF BIOMASS IN ORDER TO OBTAIN BIOGAS – A REVIEW /
PARAMETRI DE BAZĂ CARE INFLUENȚEAZĂ PROCESUL DE FERMENTARE A BIOMASEI ÎN VEDEREA
OBȚINERII BIOGAZULUI - REVIEW** 157
Lect. Ph.D. Eng. Dincă M., Assoc. Prof. Ph.D. Ferdeș M., Prof. Ph.D. Eng. Voicu Gh., Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G., Ph.D. Eng. Moiceanu G., Lect. Ph.D. Eng. Mușuroi G.
University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania
23. **DEVELOPMENT TRENDS OF ADVANCED TECHNOLOGY FOR SEEDLING PRODUCTION
FROM SMALL AND VERY SMALL SEEDS /
TENDINTE DE DEZVOLTARE A TEHNOLOGIILOR AVANSATE PENTRU PRODUCEREA
MATERIALULUI SADITOR DIN SEMINTE MICI SI FOARTE MICI** 163
Eng. Bogdanof C.G., Eng. Milea D., Ph.D. Eng. Vișan A.L.
INMA Bucharest / Romania
24. **ECONOMIC RISK ANALYSIS IN THE AGRICULTURAL ACTIVITY /
ANALIZA ECONOMICĂ A RISCULUI ÎN ACTIVITATEA AGRICOLĂ** 169
Assoc. Prof. Ph.D. Ec. David O., Lect. Ph.D. Eng. Voicu P.
University POLITEHNICA of Bucharest / Romania
25. **SUSTAINABLE ENERGY IN RURAL AREAS / ENERGETICA DURABILĂ ÎN MEDIUL RURAL** 173
Ph.D. Eng. Nicolescu M.A.
INMA Bucharest / Romania
26. **ENERGY WILLOW CULTIVATION OPPORTUNITIES IN ROMANIA /
OPORTUNITĂȚILE CULTIVĂRII SALCIEI ENERGETICE ÎN ROMÂNIA** 182
PhD. Eng. Găgeanu P.¹⁾, Eng. Milea D.¹⁾, Eng. Găgeanu I.¹⁾, Eng. Mircea R.¹⁾, Eng. Vajda L.²⁾
¹⁾INMA/ Bucharest / Romania; ²⁾ Green Energy Association, Sfântu Gheorghe / Romania
27. **MAINTENANCE OF THE ENERGETIC POPLAR CROP BY USING PRECISION HERBICIDES EQUIPMENT IN STRIPS /
ÎNȚEȚINEREA CULTURII DE PLOP ENERGETIC PRIN UTILIZAREA UNOR ECHIPAMENTE
DE ERBICIDAT CU PRECIZIE ÎN BENZI** 191
PhD. Eng. Kolozsvári C., PhD. Eng. Manea D., PhD. Stud. Eng. David A., Eng. Gheorghe G.
INMA Bucharest / Romania
28. **USING A FAST AND ACCURATE METHOD FOR THE DETERMINATION OF PH AND
MAIN NUTRIENTS IN THE SOIL /
UTILIZAREA UNEI METODE RAPIDE ȘI EXACTE PENTRU DETERMINAREA PH-ULUI
ȘI A PRINCIPALILOR NUTRIENȚI AI SOLULUI** 199
Eng. Găgeanu G., Ph.D. Eng. Marin E., Eng. Găgeanu I., Ph.D. Stud. Eng. Toderasc P.
INMA Bucharest / Romania
29. **GOOD PRACTICES FOR SOIL AND WATER CONSERVATION /
BUNE PRACTICI PENTRU CONSERVAREA SOLULUI SI A APEI DIN SOL** 205
Ph.D. Eng. Neacșu F.
NHR AGROPARTNERS S.R.L / Romania
- SECTION 3 - FOOD INDUSTRY**
30. **DEVELOPMENT OF AN IMAGE ANALYSIS TOOLBOX FOR THE SCILAB SOFTWARE /
DESENVOLVIMENTO DE UM TOOLBOX PARA ANÁLISE DE IMAGENS PARA O SOFTWARE SCILAB** 215
S.R. Neto N.M.¹⁾, Ph.D. S.R. Lino Loureiro A.C.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Dal Fabbro I.M.D.¹⁾
¹⁾IAC, Jundiaí, SP / Brazil; ²⁾ Faculty of Agricultural Engineering, UNICAMP, Campinas, SP / Brazil
31. **ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE JUGLANS REGIA FRUIT WITH THE SELECTIONS
FROM THE NORTH AREA OF OLTENIA /
ANALIZA COMPOZIȚIEI BICHIMICE A FRUCTELOR DE JUGLANS REGIA
LA SELECȚIILE DIN ZONA DE NORD A OLTENIEI** 221
Prof. Flondor I.S.
College „Constantin Brâncoveanu” Horezu / Romania

32. EFFECT OF THE OVEN AND MICROWAVE HEATING ON TOTAL PHENOL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY VALUES OF DIFFERENT APPLE VARIETIES /
FARKLI ELMA ÇEŞİTLERİNİN TOPLAM FENOL VE ANTIÖKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE FIRIN VE MİKRODALGA ISITMANIN ETKİSİ
As. Ph.D. Stud. Eng. Uslu N.¹⁾, As. Ph.D. Stud. Eng. Bozkurt D.¹⁾, Assoc Prof. Ph.D. Eng. Al Juhaimi F.²⁾, Prof. Ph.D. Eng. Özcan M.M. ⁴⁾, Assist Prof. Ph.D. Stud. Eng. Yıldız M.U.³⁾ 225
¹⁾Selcuk University / Turkey; ²⁾King Saud University, Riyadh-Saudi Arabia; ³⁾Agriculture Engineering / Turkey
33. CURRENT STAGE OF EXPERIMENTAL RESEARCH ON EXTRACTION OF BIOLOGIC ACTIVE SUBSTANCES FROM MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS /
STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR EXPERIMENTALE PRIVIND EXTRACTIA SUBSTANTELOR BIOLOGIC ACTIVE DIN PLANTE MEDICINALE SI AROMATICE 229
PhD. Stud. Eng. Pruteanu A.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Muscalu A.¹⁾, Assoc. Prof. PhD. Ferdes M.²⁾, PhD. Stud. Eng. Voiccea I.¹⁾, Lect. PhD. Eng. Popescu C.³⁾
¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ³⁾SC HOFIGAL SA / Romania
34. ECONOMIC AND LOGISTICAL ANALYSIS OF FOIL COVERED FIELD CUCUMBER PRODUCTION TECHNOLOGY /
FÓLIAALAGUTAS SZABADFÖLDI ZÖLDSÉGTERMELES-TECHNOLÓGIA ÖKONÓMIAI ÉS LOGISZTIKAI ELEMZÉSE 235
Assoc. Prof. Ph.D. Eng. László Magó
Szent István University, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Engineering Management, Department of Logistics and Materials Handling, Gödöllő / Hungary
35. EFFECT OF FREEZING STORAGE AND TREATMENTS WITH ANTIOXIDANTS IN QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF OKRA FRUITS (ABELMOSCHUS ESCULUNTUS (L.) MOENTH CV. KHNESRI) /
ABELMOSCHUS تأثیر الخزن بالتجميد والمعاملة بمضادات الأكسدة في الصفات النوعية لثمار ESCULUNTUS (L.)MOENTH CV. KHNESRI 241
Dhia Ahmed Taain, Abbas Mahdi Jasim, Jameel Hassan Hiji Al-Hij
Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture, University of Basrah / Iraq
36. OPTIMIZATION OF CONSTRUCTIVE AND FUNCTIONAL PARAMETERS OF HAMMER MILLS IN ORDER TO INCREASE PRODUCTIVITY AND REDUCE SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION /
OPTIMIZAREA PARAMETRILOR CONSTRUCTIVE SI FUNCȚIONALI AI MORILOR CU CIOCANÉ ÎN VEDEREA CREȘTERII PRODUCTIVITĂȚII ȘI REDUCERII CONSUMULUI SPECIFIC DE ENERGIE 247
Ph.D. Eng. Păun A., Ph.D. Eng. Ciupercă R., PhD.Stud. Eng. Ivancu B., Eng. Ioniță Gh., PhD.Stud. Eng. Zaică A.
INMA Bucharest / Romania
37. CERTIFICATION OF ORGANIC PRODUCTS / CERTIFICAREA PRODUSELOR ECOLOGICE 253
Ph.D. Eng. Alexandru I.D.
INMA Bucharest / Romania
38. CONSIDERATIONS ON VEGETABLE CROPS MODELING AND SOWING MACHINES IN SUSTAINABLE SYSTEMS /
CONSIDERAȚII PRIVIND MAȘINILE DE MODELAT ȘI SEMĂNAT ÎN SISTEM DURABIL A CULTURILOR DE LEGUME 257
Ph.D. Eng. Mateescu M., Prof. Ph.D. Eng. Pirnă I., Ph.D. Eng. Păun A., Ph.D. Eng. Marin E.
INMA Bucharest / Romania
39. RESEARCH REGARDING THE GEOMETRICAL CHARACTERISTICS EFFECT OF THE WELDING SEAMS ON IMPERFECTIONS THAT CAN APPEAR IN THE WELDED STRUCTURES MADE OF STEEL OL 52.4K /
CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL CARACTERISTICILOR GEOMETRICE ALE CORDOANELOR DE SUDURĂ ASUPRA IMPERECȚIUNILOR CARE APAR ÎN ÎMBINĂRIILE SUDATE REALIZATE DIN OȚEL OL 52.4K 265
Prof. PhD. Eng. Sărăcin I.¹⁾, Lect. PhD. Eng. Pandia O.²⁾, Assoc. Prof. PhD. Eng. Bozgă I.²⁾, PhD. Eng. Ganea I.³⁾
¹⁾University of Craiova / Romania; ²⁾University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Bucharest, Romania; ³⁾INMA Bucharest / Romania

SECTION 4 – YOUNG PEOPLE

40. CHARACTERISTICS OF VEGETAL FRAGMENTS FROM THE MEDICINAL PLANTS TO BE SORTED /
CARACTERISTICILE FRAGMENTELOR VEGETALE DIN PLANTE MEDICINALE ÎN VEDEREA SORTĂRII LOR 273
Ph.D. Stud. Biol. Pruteanu A.¹⁾, Prof. PhD. Eng. David L.²⁾, Ph.D. Stud. Eng. Muscalu A.¹⁾, Ress.Assist. Dr. Selvi K.Ç.³⁾
¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ³⁾Ondokuz Mayıs University / Turkey
41. ASPECTS REGARDING THE QUALITATIVE INDEXES OF THE WORK OF APPLICATION OF PHYTOSANITARY TREATMENTS IN THE FIELD CROPS /
ASPECTE PRIVIND INDICIILE CALITATIVE AI LUCRĂRII DE APLICAT TRATAMENTE FITOSANITARE ÎN CULTURILE DE CÂMP
Ph.D. Stud. Eng. Nițu M.¹⁾, Prof. Em. PhD. Eng. Căsandriou T.²⁾, PhD. Stud. Eng. Matache M.¹⁾, PhD. Eng. Vlăduț V.¹⁾, PhD. Eng. Caba Ioan³⁾, PhD. Stud. Eng. Mitu (Bârsan) M.¹⁾
¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ³⁾MUNAX SRL Timișoara / Romania
42. FACTORS INFLUENCING THE ARTIFICIAL COMPACTION OF AGRICULTURAL SOIL – A REVIEW /
FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ COMPACTAREA ARTIFICIALĂ A SOLULUI AGRICOL – O SINTEZĂ 291
PhD. Stud. Eng. Ungureanu N.¹⁾, Prof. PhD. Eng. Voicu Gh.¹⁾, Prof. PhD. Eng. Biriș S.Șt.¹⁾,

PhD. Eng. Matache M.²⁾, PhD. Stud. Eng. Ionescu M.¹⁾¹⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania, ²⁾INMA Bucharest / Romania

43. ASPECTS REGARDING THE CULTURE TECHNOLOGY AND MEASURES FOR CONTROLLING CUCUMBER CULTURE DISEASES (CUCUMIS SATIVUS) IN GREENHOUSES / ASPECTE PRIVIND TEHNOLOGIA DE CULTURĂ ȘI MĂSURI DE COMBATERE A BOLILOR LA CULTURILE DE CASTRAVEȚI (CUCUMIS SATIVUS) DIN SERE 299
Eng. Grigore I.¹⁾, PhD. Eng. Marin E.¹⁾, PhD. Eng. Sorică C.¹⁾, PhD. Eng. Mateescu M.¹⁾, PhD. Eng. Popescu C.²⁾, PhD. Eng. Caba I.³⁾
¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾SC HOFIGAL SA / Romania; ³⁾MUNAX SRL Timișoara / Romania
44. CONSIDERATIONS REGARDING THE USE OF SCREW CONVEYOR WITH BRUSHES IN SEEDS TREATMENT / CONSIDERATII PRIVIND UTILIZAREA TRANSPORTORULUI ELICOIDAL CU PERII IN PROCESUL DE TRATARE A SEMINTELOR 307
PhD. Stud. Eng. Zaica Al., PhD. Eng. Păun A., PhD. Stud. Eng. Ivancu B., Ph.D. Eng. Visan A.
INMA Bucharest / Romania
45. CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF NUTRITIVE CUBES EQUIPMENTS / STADIUL ACTUAL DE DEZVOLTARE A ECHIPAMENTELOR DE SEMANAT IN CUIBURI NUTRITIVE 313
Ph.D. Eng. Vișan A.L., Eng. Milea D., Eng. Bogdanof C.G.,
INMA Bucharest / Romania
46. CURRENT STAGE OF INSTALLATIONS FOR SEED SEPARATION IN AIRFLOW / STADIUL ACTUAL AL INSTALAȚIILOR DE SEPARARE A SEMINTELOR IN CURENȚI DE AER 323
PhD. Stud. Eng. Birsan (Mitu) M.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Căsandroi T.²⁾, PhD. Stud. Eng. Matache M.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Ciobanu V.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Rosu (Nitu) M.¹⁾
¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA Bucharest / Romania
47. DISTRIBUTION APPARATUS USED ON GRANULATED CHEMICAL FERTILIZERS SPREADING EQUIPMENT / APARATE DE DISTRIBUTIE UTILIZATE PE ECHIPAMENTELE DE ADMINISTRAT INGRASAMINTELE CHIMICE GRANULATE 327
Ph.D. Stud. Petcu A.¹⁾, Ph.D. Popa L.¹⁾, As. Ph.D. Stud. Toderașc P.²⁾, Ph.D. Ciupercă R.¹⁾, Ph.D. Stud. Stefan V.¹⁾, As. Ph.D. Avramescu A.M.²⁾
¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania
48. A GEOMETRIC MODELING OF SCREWDRIVER PRODUCT DESIGN / MODELAREA GEOMETRICĂ A DESIGNUL DE PRODUS – SURUBELNIȚĂ 335
As. Ph.D. Eng. Avramescu A.M.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹⁾, As. Ph.D. Stud. Eng. Jugănar E.-C.²⁾, As. Ph.D. Stud. Eng. Toderașc P.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Petcu A.S.³⁾, As. Ph.D. Stud. Rugescu A.M.³⁾
¹⁾ University POLITEHNICA of Bucharest, Department of Engineering Graphics and Industrial Design / Romania
²⁾ University POLITEHNICA of Bucharest, Department of Machine Manufacturing Technology / Romania
³⁾INMA Bucharest / Romania
49. EXPERIMENTAL RESEARCH REGARDING THE SUNFLOWER SEEDS HUMIDITY INFLUENCE ON HUSKING PROCESS / CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA UMIDITĂȚII SEMINTELOR DE FLOAREA SOARELUI ASUPRA PROCESULUI DE DECORTICARE 341
As. Ph.D. Stud. Eng. Toderașc P.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Petcu A.S.²⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹⁾, As. Ph.D. Eng. Avramescu A.-M.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Biriș S.Ș.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Ciobanu V.²⁾
¹⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania ²⁾INMA Bucharest / Romania
50. EVOLUTION OF ORGANIC AGRICULTURE IN ROMANIA / EVOLUȚIA AGRICULTURII ECOLOGICE ÎN ROMÂNIA 347
Eng. Găgeanu I., Eng. Găgeanu G., PhD. Eng. Alexandru I., Ph.D. Eng. Brăcăcescu C.
INMA Bucharest / Romania
51. BIOMASS COMMINATION/MILLING RESISTANCE AND ENERGY CONSUMPTION - REVIEW / REZISTENȚA BIOMASEI LA TOCARE/MARUNTIRE ȘI CONSUMUL SPECIFIC DE ENERGIE - REVIEW 353
PhD. Stud. Eng. Chițoiu M.¹⁾, PhD. Eng. Moiceanu G.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Voicu Gh.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G.¹⁾, Lect. Ph.D. Eng. Dincă M.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Vocea I.²⁾
¹⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ²⁾INMA Bucharest / Romania
52. NEED OF DYNAMIC HARMONIZATION OF CERTIFICATION BODIES TO THE PROVISIONS OF EU REGULATIONS IN THE FIELD OF MACHINERY / NECESITATEA ARMONIZĂRII DINAMICE A ORGANISMELOR DE CERTIFICARE LA PREVEDERILE REGLEMENTĂRIILOR UNIUNII EUROPENE ÎN DOMENIUL MAȘINILOR 359
Eng. Epure M., PhD. Eng. Alexandru I., PhD. Eng. Brăcăcescu C., Eng. Găgeanu I.
INMA Bucharest / Romania
53. CEREAL SEEDS SEPARATION ON AN OSCILLATING ASPIRATOR-SEPARATOR BY COMBINED METHOD: ON SIEVES / WITH AIRFLOW 365

- SEPARAREA SEMINTELOR DE CEREALE PE UN SEPARATOR ASPIRATOR OSCILANT
PRIN METODA COMBINATĂ: PE SITE / CU AJUTORUL CURENȚILOR DE AER**
Eng. Bunduchi G., PhD. Eng. Găgeanu P., PhD. Eng. Brăcăcescu C.,
PhD. Stud. Eng. Ivancu B., PhD. Stud. Eng. Zaica A.
INMA Bucharest / Romania
54. **EXPERIMENTAL STRUCTURE FOR INVESTIGATION OF INFLUENCING FACTORS IN PLANT BIOTECHNOLOGY /
STRUCTURĂ EXPERIMENTALĂ PENTRU INVESTIGAREA INFLUENȚEI UNOR FACTORI
IN BIOTEHNOLOGIA VEGETALĂ** 369
Ph.D. Stud. Eng. Velcea N.M.¹⁾, PhD. Eng. Ganea I.²⁾
¹⁾University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Bucharest / Romania; ²⁾INMA Bucharest / Romania
55. **THE CONCEPT OF "ENVIRONMENT" INTO THE EVALUATION OF AN ECOLOGICAL MATERIAL /
CONCEPTUL DE "MEDIU" IN EVALUAREA UNUI MATERIAL ECOLOGIC** 375
As. Ph.D. Eng. Avramescu A.M.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹⁾, Lect. Ph.D. Eng. Haraga G.¹⁾,
Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță E.¹⁾, As. Ph.D. Stud. Eng. Jugănar E.C.²⁾,
As. Ph.D. Stud. Eng. Toderaș P.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Petcu A.S.³⁾
¹⁾U.P.B., Department of Engineering Graphics and Industrial Design / Romania;
²⁾U.P.B., Department of Machine Manufacturing Technology, Bucharest / Romania; ³⁾INMA Bucharest / Romania
56. **CONSIDERATIONS FOR THE MECHANIZED PLANTING OF ENERGETIC WILLOW /
CONSIDERAȚII PRIVIND PLANTAREA MECANIZATĂ A SALCIEI ENERGETICE** 381
As. Ph.D. Stud. Eng. Toderaș P.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Petcu A.S.²⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹⁾,
As. Ph.D. Eng. Avramescu A.M.¹⁾, Ph.D. Eng. Marin E.²⁾, Ph.D. Stud. Eng. Ciobanu V.²⁾
¹⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ²⁾INMA Bucharest / Romania
57. **MANURE FERTILIZERS –AGROTECHNICAL RECOMMENDATIONS ÎNGRĂȘĂMINTE ORGANICE SOLIDE –
RECOMANDARI AGROTEHNICE** 387
Ph.D.Stud. Eng. Ștefan V., Ph.D. Eng. Popa L., Ph.D. Eng. Ciuperca R.,
Ph.D.Stud. Eng. Petcu A.S, Ph.D.Stud. Eng. Zaica A., Ph.D.Stud. Eng. Lazar G.
INMA Bucharest / Romania
58. **INFLUENCE OF PRE-SOWING ELECTROMAGNETIC TREATMENTS ON PROPAGATING SEED QUALITIES OF
TOMATO VARIETY MILYANA / ВЛИЯНИЕ НА ПРЕСЕИТБЕНИТЕ ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ОБРАБОТКИ ВЪРХУ
ПОСЕВНИТЕ КАЧЕСТВА НА СЕМЕНА ОТ ДОМАТИ, СОРТ МИЛЯНА** 393
Assoc. Prof. PhD Ganeva D.¹⁾, Assoc. Prof. PhD Eng. Sirakov K.²⁾, Prof. PhD Eng. Mihov M.¹⁾,
Assoc. Prof. PhD Eng. Martev K.²⁾, PhD Stud. Eng. Zahariev S.²⁾, Prof. PhD Eng. Ivan Palov²⁾
¹⁾Maritsa Vegetable Crops Research Institute, Plovdiv / Bulgaria; ²⁾Angel Kanchev University of Ruse / Bulgaria
59. **THE VITAMINS NECESSARY FOR HUMAN ORGANISM COMPLETED BY PEPPER FRUITS /
NECESARUL DE VITAMINE PENTRU ORGANISMUL UMAN COMPLETAT DIN FRUCTELE DE ARDEI IUTE** 401
Dr. Jianu Sorin
DSVSA Mehedinți / Romania
60. **THE ECOLOGICAL CONTROL OF PESTS AT CABBAGE USING ARTISTOLOCHIA CLEMATITIS PLANTS /
COMBATEREA ECOLOGICĂ A DĂUNĂTORILOR DIN CULTURA DE VARZĂ –
FOLOSIND PLANTE DE ARISTOLOCHIA CLEMATITIS** 405
Dr. Jianu Sorin
DSVSA Mehedinți / Romania
61. **ASPECTS REGARDING THE CURRENT SYSTEMS FOR COMPOSTING ORGANIC WASTE /
ASPECTE PRIVIND SISTEMELE ACTUALE DE COMPOSTARE A DEȘEURILOR ORGANICE** 409
Ph.D. Stud. Eng. A. Zaica, Ph.D. Ciupercă R., Ph.D. Nedelcu A., Ph.D. Popa L.,
Ph.D. Stud. Eng. Ștefan V., Ph.D. Stud. Eng. Lazăr G., Ph.D. Stud. Eng. Zaica Al.
INMA București / Romania
62. **ORGANIC PLANT AND ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM /
SISTEM ECOLOGIC DE GESTIONARE A DEȘEURILOR VEGETALE ȘI ANIMALE** 419
PhD. Eng. Ciuperca R., PhD. Stud. Eng. Lazar G., PhD. Stud. Eng. Zaica A, PhD. Stud. Eng. Zaica Al.,
PhD. Stud. Eng. Ivancu B., PhD. Stud. Eng. Petcu A, PhD. Stud. Eng. Gheorghe G, Ph.D.Eng. Popa L.
INMA Bucharest / Romania
63. **PRODUCTION OF SPARE PARTS FOR AGRICULTURAL EQUIPMENT FROM ADVANCED IRON CASTING/
PRODUCȚIA DE PIESE PENTRU ECHIPAMENTELE AGRICOLE DIN FONTĂ TURNTĂ AVANSAT** 427
Dr. Hesham Farag¹⁾, Prof. Adel Nofal²⁾, Dr. Weal Aly¹⁾
¹⁾Agricultural Engineering Research Institute (AEnRI), Giza, Egypt
²⁾Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI), Cairo, Egypt

SECTION 1

POWER AND MACHINERY

INTERACTION PROCESS BETWEEN STRIP-TILLAGE EQUIPMENT, PLANT RESIDUES AND SOIL

JUOSTINIO ŽEMĖS DIRBIMO MAŠINOS, AUGALINIŲ LIEKANŲ IR DIRVOS SĄVEIKOS TYRIMAI

PhD. Stud. Vaitauskienė K., Prof. Šarauskis E.

Institute of Agricultural Engineering and Safety, Aleksandras Stulginskis University, Lithuania

Tel: +37037752357, E-mail: kristina.vaitauskiene@asu.lt, egidijus.sarauskis@asu.lt

Abstract: This article presents the experimental research results on the interaction between the working parts of strip-tillage equipment, soil and plant residues. The aim was to substantiate the working process of the row cleaners of strip-tillage equipment by changing different technological parameters of the equipment. The experimental investigations were carried out by changing the position angle of the row cleaners, the gap between row cleaner discs and driving speed from 4 to 7 km·h⁻¹. The experimental research established that the greatest amount (about 79%) of plant residues are cleaned when the position angle of the cleaner discs is 22.5° and about 59% of residues are cleaned when the angle is 15°. The gap between the cleaner discs has essential influence on plant residue cleaning. The research showed that the increase of driving speed increased the range of plant residue cleaning from the tilled strip centre. The greatest cleaning range (about 420 mm) was achieved at a 7 km·h⁻¹ driving speed.

Keywords: strip-tillage, row cleaners, plant residues, speed, position angle

INTRODUCTION

Continually increasing prices for energy sources, fertilizers, plant protection means, machinery and equipment as well as intensive agricultural activities and undesirable climatic conditions reduce fertile soil areas and necessitate the development of agricultural plant cultivation methods and technologies. Currently, the technologies allowing agricultural plant cultivation both in the soils tilled by conventional intensive methods and untilled soils have already been developed and adapted. As both conventional tillage and no-tillage methods have some drawbacks, new ways are looked for to match the advantages of no-tillage and conventional tillage technologies.

Recently strip-tillage technologies are becoming increasingly popular throughout the world, when soil is tilled only in the spots where plants will be sown [7,8]. Strip-tillage is one of conservative tillage technologies combining the positive elements of full conventional tillage and no-tillage systems. This technology can be applied by two different ways. The first way is, when during the first drive special working parts of the equipment remove the plant residues of the last harvest from a forthcoming drill line and soil is tilled in strips; during the second drive plant seeds are incorporated into the tilled soil strips as well as fertilizers, if the machinery design allows that. The second way is when both technological operations are combined into one [6,8]. Most often the application of the strip-tillage technology includes soil tillage in 100 to 300 mm wide strips, tillage depth ranging from 80 to 200 mm [6]. The strip width and spaces between them depend on the agricultural plants planned to cultivate.

One of the important environmental advantages of this technology is that plant residues can be left on the soil surface and thus the soil is protected against wind and water erosion during different seasons. Another equally important advantage is that the removal of plant residues from a forthcoming drill line strip and the soil

Santrauka: Šiame straipsnyje pateikti juostinio žemės dirbimo mašinos darbinių dalių sąveikos su dirva ir augalinėmis derliaus liekanomis eksperimentinių tyrimų rezultatai. Buvo siekiama pagrįsti juostinio žemės dirbimo mašinos diskinių nužertuvų darbo procesą, keičiant įvairius mašinos technologinius parametrus. Eksperimentiniai tyrimai vykdėti keičiant nužertuvų diskų padėties kampą, tarpą tarp nužertuvų diskų ir mašinos važiavimo greitį nuo 4 iki 7 km·h⁻¹. Eksperimentiniais tyrimais nustatyta, kad daugiausia (apie 79%) augalinių liekanų nužeriama, kai nužertuvų diskų padėties kampas 22,5°, ir apie 59% liekanų nužeriama, kai kampas – 15°. Tarpas tarp nužertuvų diskų daro esminę įtaką augalinių liekanų nužėrimui. Tyrimai parodė, kad didinant važiavimo greitį augalinių liekanų nužėrimo atstumas nuo įdirbtos juostos centro didėja. Didžiausias nužėrimo atstumas (apie 420 mm) buvo gautas esant 7 km·h⁻¹ važiavimo greičiui.

Raktiniai žodžiai: juostinis žemės dirbimas, diskiniai nužertuvai, augalinės liekanos, greitis, padėties kampas.

IVADAS

Nuolat brangstantys energijos šaltiniai, trąšos, augalų apsaugos priemonės, mašinos ir įrengimai bei dėl intensyvios žemės ūkio veiklos ir nepageidaujamų klimatinų sąlygų mažėjantys derlingų dirvožemių plotai verčia tobulinti žemės ūkio augalų auginimo būdus ir technologijas. Šiuo metu jau sukurtos ir pritaikytos technologijos, leidžiančios žemės ūkio augalus auginti ir tradiciniu būdu intensyviai įdirbtose, ir visiškai neįdirbtose dirvose. Kadangi tiek tradiciniai žemės dirbimo, tiek ir tiesioginės sėjos būdai turi nemažai trūkumų, tai ieškoma naujų būdų, kaip suderinti tiesioginės sėjos ir tradicinio žemės dirbimo technologijų privalumus.

Pastaruoju metu pasaulyje ypač populiarėja neariminių juostinio žemės dirbimo technologijos, kai dirva įdirbama tik tose vietose, kuriose bus sėjami augalai [7,8]. Juostinis žemės dirbimas yra viena iš neariamųjų žemės dirbimo technologijų, tarpusavyje kombinuojanti ištisinio tradicinio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos sistemų teigiamus elementus. Ši technologija gali būti įvykdoma dviem skirtingais būdais. Pirmas būdas yra toks, kai vienu važiavimu nuo būsimos sėjos eilutės specialiomis mašinos darbinėmis dalimis pašalinamos praėjusio derliaus augalų liekanos ir dirva įdirbama juostomis, antru važiavimu į įdirbtas dirvos juostas įterpiamos augalų sėklos ir jeigu pritaikyta mašinų konstrukcija – trąšos. Antras būdas yra toks, kai abi technologinės operacijos gali būti sujungtos į vieną [6,8]. Taikant juostinio žemės dirbimo technologiją dirva dažniausiai įdirbama nuo 100 iki 300 mm pločio juostomis, dirbimo gylis nuo 80 iki 200 mm [6]. Juostų plotis ir atstumai tarp jų priklauso nuo to, kokie žemės ūkio augalai bus auginami.

Vienas svarbesnių šios technologijos aplinkosauginių privalumų yra tas, kad augalinės liekanos gali būti paliekamos dirvos paviršiuje ir dėl to dirva įvairiais metų laikais yra apsaugoma nuo vėjo ir vandens erozijos. Kitas nemažiau svarbus privalumas yra tas, kad pašalinus augalines liekanas iš būsimos sėjos eilutės

tillage of that strip result in faster soil surface warming in early spring [2]. In addition, it is necessary to mention that the application of conservation strip-tillage technology helps to reduce the leaching of fertile soil layers from slopes. The plant residues and stubble left between the tilled strip interrows are fairly good water retainment means even after abundant rainfall allowing water to be absorbed by the plant residues and the soil [4,9]. It is considered that the application of strip-tillage technology facilitates the reduction of soil density in tilled soil strips, the increase of soil porosity and much better water infiltration into soil compared with conventional tillage [4].

Having carried out the investigations the researchers [1,2] established that the application of the conservation strip-tillage technology resulted in maize and sugar beet harvests similar to those achieved by the conventional tillage method, however, operation time and fuel costs were lower.

One of the main functions in the strip-tillage technology is performed by the equipment's plant residue row cleaners, which influence the appropriate seedbed preparation according to the requirements of agricultural engineering. The plant residue cleaning process when applying no-tillage was investigated by the researchers from different countries [5,8]. One finger row cleaner with a diameter of 500 mm at a position angle of 10° to the driving direction cleaned from 10 to 15% of chopped straw. Two serrated row cleaners with a diameter of 330 mm and an angle of 60° between them cleaned from 40 to 50% of chopped straw. The cleaning by one finger row cleaner decreased insignificantly when increasing driving speed from 5 to 12 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, however, the speed had no influence on the operation quality of two serrated row cleaners. The two serrated row cleaners cleaned chopper straw within the strip wider by 100 mm compared with one finger row cleaner [5].

The row cleaners of strip-tillage equipment can be also installed behind a disc coupler which cuts soil; however, in such a case about 4% more of plant residues will be incorporated into soil [3].

The researchers propose that it is important to leave a 5–20 mm gap between row cleaners as two row cleaners positioned at an angle are clogged with straw and lift it upwards [11].

The strip-tillage technology has not been practically investigated in Lithuania as there is no appropriate combined strip-tillage machinery available yet. There is lack of investigations on which technological processes of strip-tillage machinery operation are the most appropriate under Lithuanian soil and climate conditions and what parameters of the main working parts have to be maintained to ensure a quality process of tillage and sowing as well as the lowest energy costs and the most environmentally friendly impact.

The aim of this work is to establish the parameters of the row cleaners of strip-tillage machinery in interaction with soil and plant residues.

MATERIAL AND METHOD

The experimental research was carried out in 2013 after harvesting winter wheat at the Trial Station of Aleksandras Stulginskis University ($54^\circ 52' \text{ N}$, $23^\circ 49' \text{ E}$). The soil of the experiment was *loam in the soil*. With a view to carrying out the investigations experimental equipment of conservation strip-tillage was manufactured at the Institute of Agricultural Engineering and Safety; the equipment consisted of two sections fit for tilling two separate strips and drilling two seed lines. The working parts of each section can be controlled separately,

juostos ir įdirbus dirvą toje juostoje, ankstyvą pavasarį galima greičiau sušildyti dirvos paviršių [2]. Be to, būtina paminėti ir tai, kad, taikant neariminio juostinio žemės dirbimo technologiją, galima sumažinti derlingų dirvos sluoksnių išplovimą šlaituose. Tarp įdirbtų juostų, tarpueiliuose, liekančios augalinės liekanos bei styranči ražiena pakankamai gerai sulaiko net ir po stipresnių kritulių iškritusį vandenį, kuris lengviau susigeria į augalines liekanas ir dirvožemį [4,9]. Manoma, kad taikant juostinio žemės dirbimo technologiją, sumažėja dirvos tankis įdirbtose dirvos juostose, padidėja dirvos poringumas, o vandens infiltracija į dirvą yra žymiai geresnė lyginant su tradiciniu žemės dirbimu [4].

Mokslininkai [1,2] atlikę tyrimus nustatė, kad naudojant neariminio juostinio žemės dirbimo technologiją kukurūzų ir cukrinių runkelių derlius gaunamas panašus, kaip įdirbant dirvą tradiciniu būdu, tačiau mažesnės darbo laiko sąnaudos ir išlaidos kurui.

Juostinio žemės dirbimo technologijoje vieną iš svarbiausių funkcijų atlieka mašinos augalinių liekanų nužertuvai, kurie daro įtaką tinkamam sėklos guoliavietės paruošimui pagal agrotechnikos reikalavimus. Augalinių liekanų nužėrimo procesą, taikant tiesioginę sėją, tyrė įvairių šalių mokslininkai [5,8]. Vienas pirštinis diskinis nužertuvas, kurio skersmuo 500 mm, padėties kampas 10° važiavimo kryptčiai, nužėrė nuo 10 iki 15% smulkintų šiaudų kapojų. Du dantyti diskiniai nužertuvai, kurių skersmuo 330 mm, o kampas tarp jų 60° , nužėrė nuo 40 iki 50% šiaudų kapojų. Vieno pirštinio nužertuvo šiaudų nužėrimas nežymiai sumažėjo didinant judėjimo greitį nuo 5 iki 12 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, o dviejų dantytų diskinių nužertuvų darbo kokybei greitis įtakos neturėjo. Du dantyti diskiniai nužertuvai nužėrė šiaudų kapojus 100 mm platesniame ruože negu vienas pirštinis nužertuvas [5].

Juostinio žemės dirbimo mašinose diskiniai nužertuvai gali būti sumontuoti ir už diskinio noragėlio, kuris prapjauna dirvą, tačiau tokiu atveju į dirvą yra įterpiama apie 4% daugiau augalų liekanų [3].

Mokslininkai teigia, kad tarp diskinių nužertuvų svarbu palikti 5–20 mm tarpelį, nes du diskiniai nužertuvai pastatyti kampu kemšasi šiaudais ir juos kelia į viršų [11].

Lietuvoje juostinio žemės dirbimo technologija dar praktiškai visiškai netirta, nes šiuo metu dar nėra tinkančių kombinuotų, juostomis dirbančių, žemės dirbimo ir sėjos mašinų. Trūksta tyrimų, kokie juostinių žemės dirbimo mašinų darbo technologiniai procesai tinkamiausi Lietuvos dirvožemiams ir klimato sąlygoms, nėra nežinoma, kokie turėtų būti pagrindinių darbinų dalių parametrai, kad būtų užtikrinamas kokybiškas žemės dirbimo ir sėjos procesas, kad energetinės sąnaudos būtų mažiausios, o poveikis aplinkai būtų draugiškiausias.

Šio darbo tikslas yra nustatyti juostinio žemės dirbimo mašinos diskinių nužertuvų darbo technologinius parametrus sąveikoje su dirva ir augalinėmis liekanomis.

TYRIMŲ METODIKA

Eksperimentiniai moksliniai tyrimai atlikti 2013 metais, po žieminių kviečių derliaus nuėmimo, Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stoties ($54^\circ 52' \text{ N}$, $23^\circ 49' \text{ E}$) karbonatingojo giliau glėžiško lengvo priemolio dirvoje. Tyrimams atlikti Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institute buvo pasigaminta neariminio juostinio žemės dirbimo eksperimentinė mašina, kurią sudarė dvi sekcijos, galinčios įdirbti dvi atskiras juostas ir pasėti dvi sėklų eilutes. Kiekvienos sekcijos darbinės dalys gali būti reguliuojamos atskirai, nepriklausomai viena nuo kitos

independently of each other (Fig. 1).

The main objective of this experimental research was row cleaners. Two serrated row cleaners were used for the research; each of them had the diameter of 340 mm and the same number of indentations – 14.

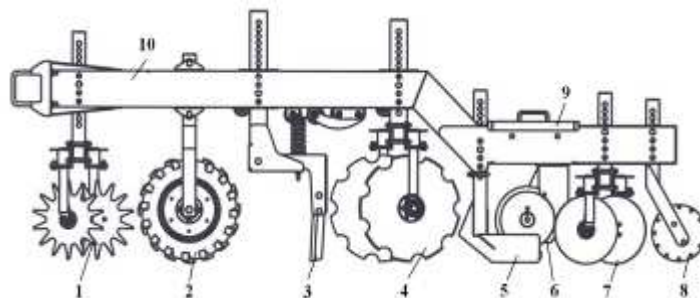


Fig. 1 – Experimental strip-tillage equipment

1 – row cleaners of plant residues; 2 – supporting wheel; 3 – protected coulter for loosening deeper layers of soil; 4 – discs with serrated edges; 5 – hob coulter; 6 – drilling device; 7 – seed covering discs; 8 – pressing roller; 9 – seed box; 10 – frame

The experimental investigations were carried out by changing the position angles of the experimental equipment's row cleaner discs (10° , 15° , 22.5° , 30°), the gap between the cleaner discs (30 mm and 40 mm) and the driving speed ($4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). The scheme of cleaning plant residues in a soil strip is presented in Fig. 2. The research was carried out in untilled winter wheat stubble soil of light loam; the moisture content of its upper layer (0–50 mm) was 13 % and soil penetration resistance was about 1 MPa. The soil penetration resistance and moisture content were measured by "Eijkelkamp" meter (Penetrologger).

During the investigations first of all the soil surface covered with plant residues was driven over by serrated row cleaners. After that the amount of cleaned and uncleaned plant residues was established, having assessed the difference in the plant residue mass before and after the cleaning, in randomly selected 0.1 m^2 plots with 5 replications within the cleaned strip. The analogous principle was used to establish the amount of plant residues cleaned from the small plots in the adjacent strip formed by the cleaners. Having changed the position angle of the row cleaners, the gap between the discs or driving speed the investigations of plant residue cleaning were repeated with the same sequence.

The experimental research also established the range of cleaning plant residues from the strip centre by the row cleaners depending on driving speed, and the variation of cleaning range and the cleaned strip width depending on the row cleaner position angle.

The data of the experiments were analyzed by the dispersion analysis method estimating the least significant difference LSD_{05} at 95% probability level [10].

(1 pav.).

Pagrindinis šių eksperimentinių tyrimų objektas buvo diskiniai nužertuvai. Tyrimams buvo naudojami du dantyti diskiniai nužertuvai, kurių skersmuo 340 mm ir dantų skaičius – 14 buvo vienodas.

Eksperimentiniai tyrimai buvo atliekami keičiant eksperimentinės mašinos diskinių nužertuvų diskų padėties kampus (10° , 15° , 22.5° , 30°), tarpą tarp nužertuvų diskų (30 mm ir 40 mm) ir važiavimo greitį ($4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Augalinių liekanų nužėrimo dirvos juostoje schema pateikta 2 pav. Tyrimai vykdyti lengvo priemolio neįdirbtoje žieminių kviečių ražieninėje dirvoje, kurios viršutinio dirvos sluoksnio (0–50 mm) drėgnumas buvo 13 %, o kietumas – apie 1 MPa. Dirvos kietumas ir drėgnumas išmatuotas „Eijkelkamp“ firmos gamybos prietaisu (Penetrologger).

Tyrimų metu, pirmiausiai diskinais dantytai nužertuvais buvo pravažiuojama per augalinėmis liekanomis padengtą dirvos paviršių. Po to, nužertuvais nužertoje juostoje, 5 pakartojimais atsitiktinai pasirinktuose $0,1 \text{ m}^2$ plotu laukeliuose, įvertinant augalinių liekanų masės skirtumą prieš nužėrimą ir po nužėrimo, buvo nustatytas nužertų ir nenužertų augalinių liekanų kiekis. Analogišku principu nužertų augalinių liekanų kiekis buvo nustatytas ir iš šalia nužertuvais suformuotos juostos esančių plotelių. Pakeitus diskinių nužertuvų padėties kampą, tarpą tarp diskų arba važiavimo greitį, augalinių liekanų nužėrimo tyrimai buvo atliekami iš naujo ta pačia seka.

Eksperimentiniais tyrimais taip pat buvo nustatyta, koku atstumu diskiniai nužertuvai nužėrė augalines liekanas nuo juostos centro, priklausomai nuo važiavimo greičio, ir kaip kito nužėrimo atstumas bei nužertos juostos plotis, priklausomai nuo diskinių nužertuvų padėties kampo.

Eksperimentinių tyrimų duomenys buvo apdorojami dispersinės analizės metodu, įvertinant esminio skirtumo ribą LSD_{05} , esant 95% tikimybės lygmenis [10].

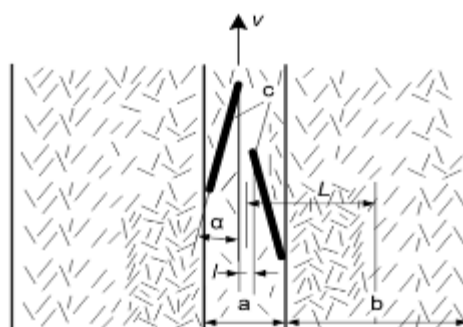


Fig. 2 – Scheme of plant residue cleaning in soil strip

v – driving speed, $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$; α – position angle of cleaner discs, degree $^\circ$; l – gap between cleaner discs, mm; L – range of cleaned plant residues, mm; a – cleaned soil strip, mm; b – uncleaned soil strip, mm; c – cleaner discs

RESULTS

The experimental research established that at a steady driving speed of $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ and a 40 mm gap between the cleaning discs the greatest amount (79.97%) of plant residues was cleaned when the position angle of each cleaner disc was 22.5° (Fig. 3). Having reduced the cleaner disc position angle to 15° or increased to 30° the amount of plant residues cleaned decreased significantly to 58.89% and 62.28% respectively. However, the requirement of agricultural engineering to clean more than 50% of plant residues was met. Practically, in all cases of certain row cleaner position angles, when the gap between the cleaner discs was 40 mm, the amount of plant residues cleaned was greater compared with the experimental results, when the gap between the cleaner discs was 30 mm. At a 15° disc position angle the gap between the cleaner discs had no significant influence.

REZULTATŲ APITARIMAS

Eksperimentiniais tyrimais nustatyta, kad esant pastoviam $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ važiavimo greičiui ir 40 mm tarpui tarp nužėrimo diskų, daugiausia (79,97%) augalinių liekanų nužeriama, kai nužertuvų kiekvieno disko padėties kampas $22,5^\circ$ (3 pav.). Nužertuvų diskų padėties kampą sumažinus iki 15° arba padidinus iki 30° , nužertų augalinių liekanų kiekis sumažėjo esmingai, atitinkamai iki 58,89% ir 62,28%. Tačiau agrotechnikos reikalavimas, kad liekanų būtų nužeriama daugiau negu 50%, buvo tenkinamas. Beveik visais diskinių nužertuvų diskų padėties kampo atvejais, kai tarpas tarp nužertuvų diskų buvo 40 mm, nužertų augalinių liekanų kiekis buvo didesnis, lyginant su tyrimų rezultatais, kai tarpas tarp nužertuvų diskų buvo 30 mm. Esant 15° diskų padėties kampui, tarpas tarp nužertuvo diskų esminės įtakos neturėjo.

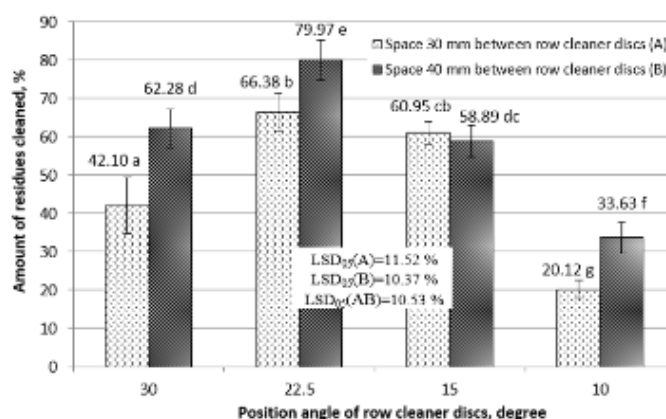


Fig. 3 – Dependence of plant residue amount cleaned on position angle of row cleaner discs at $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ driving speed

The application of conservation tillage technologies requires that the working parts of tillage machinery touch and loosen soil as little as possible. Therefore, in order to substantiate this purpose it was established that the disc position angle makes influence on the cleaned strip width at a driving speed of $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. The experimental research established that the reduction of the row cleaner position angle decreased the cleaned strip width (Fig. 4). In all cases of the investigations significant differences were established between different disc position angles. The widest (280 mm) strip was achieved when the position angle of the cleaner discs was 30° and the narrowest (140 mm) one – when the angle was 10° .

Taikant neariminio žemės dirbimo technologijas, pageidautina, kad žemės dirbimo mašinų darbinės dalys kuo mažiau liestų ir purentų dirvą. Todėl tam tikslui pagrįsti buvo nustatyta, kaip diskų padėties kampas daro įtaką nužertos dirvos juostos pločiui, esant $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ važiavimo greičiui. Eksperimentiniais tyrimais nustatyta, kad mažinant diskinių nužertuvų diskų padėties kampą, mažėja nužeramos juostos plotis (4 pav.). Visais tyrimų atvejais tarp skirtingų diskų padėties kampų buvo nustatyti esminiai skirtumai. Plačiausia (280 mm) juosta buvo tada, kai nužertuvo diskų padėties kampas buvo 30° , o siauriausia (140 mm) – kai kampas 10° .

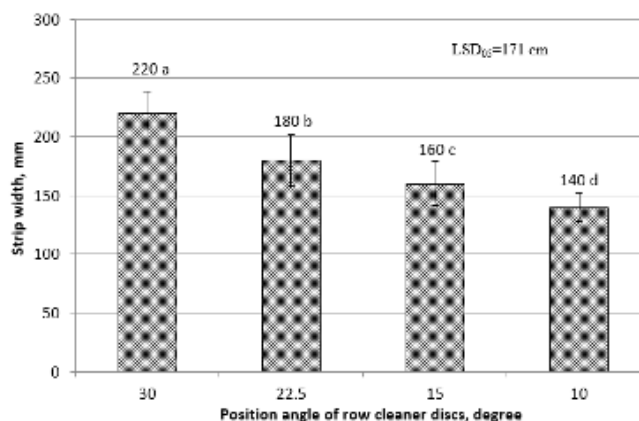


Fig. 4 – Influence of cleaner disc position angle on width of cleaned soil strip at $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ driving speed

Having assessed the influence of the cleaner disc position angle on the width of the cleaned soil strip further experimental research was carried out to establish the influence of driving speed on the range of plant residue cleaning from the strip centre. The experimental research demonstrated that the increase of the driving speed increased the range of plant residue cleaning (Fig. 5). The greatest (420 mm) range of cleaned plant residues was established at a driving speed of $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ and the least one (258 mm) – at a driving speed of $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. It was not expedient to increase the driving speed more as the plant residues could have been scattered on the other adjacent strip. The analysis of the disc position angle influence on the range of plant residue cleaning established that a larger angle resulted in a greater cleaning range. The significant influence of disc position angle was established only at a $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ speed.

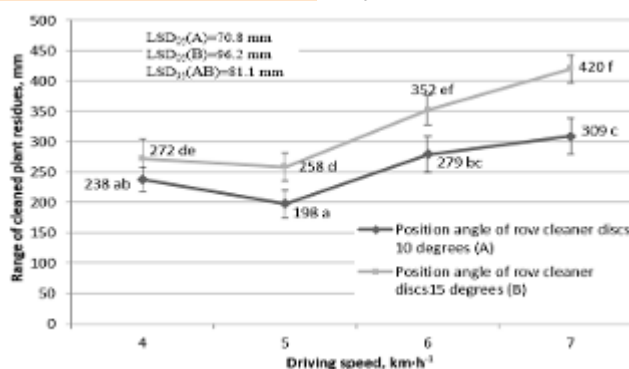


Fig. 5 - Range of plant residue cleaning from strip centre depending on driving speed and position angle of cleaner discs when gap between cleaner discs is 40 mm

Concluding the influence of different technological parameters of the strip-tillage equipment's row cleaners on the cleaning of plant residues from the untilled soil surface it can be observed that a very important parameter is the disc position angle. Having evaluated the data of different experimental research it can be stated that the best result of cleaning plant residues in light loamy soils under Lithuanian conditions were achieved at a disc position angle of 15° and 22.5° . With a view to obtaining as narrow soil strip cleaned as possible and as great range of plant residue cleaning as possible without exceeding the width of interrows the most favourable angle of disc position angle could be 15° and driving speed could be $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Acknowledgement

This research was funded by a grant (No. MIP-116/2012) from the Research Council of Lithuania.

CONCLUSIONS

The greatest amount (79.97%) of plant residues from the soil strip was cleaned by serrated row cleaners when the disc position angle was 22.5° and somewhat smaller amount – when the angle was 15° and 30° , however, in all three cases the result was not lower than 50%.

The reduction of the cleaner disc position angle decreases the width of the soil strip cleaned. The smallest (140 mm) width of the soil strip cleaned as well as the soil affected with the indentations of row cleaners was achieved at a disc position angle of 10° . A 20 mm higher strip width was achieved at an angle of 15° and 40 mm – at an angle of 22.5° .

The increase of the strip-tillage equipment driving speed increases the plant residue cleaning ranges from the strip centre when the cleaner disc position angle is 15° . The greatest (420 mm) range of plant residue cleaning was established when the driving speed was $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Įvertinus nužertuvų diskų padėties kampo įtaką nužertos dirvos juostos pločiui, dar buvo atlikti eksperimentiniai tyrimai, kuriais nustatyta važiavimo greičio įtaka augalinių liekanų nužėrimo atstumui nuo juostos centro. Eksperimentiniai tyrimai parodė, kad didinant važiavimo greitį, augalinių liekanų nužėrimo atstumas didėja (5 pav.). Didžiausias (420 mm) nužertų liekanų atstumas buvo nustatytas esant $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, o mažiausias (258 mm) – esant $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ važiavimo greičiui. Labiau didinti greitį nebuvo tikslinga, nes augalinės liekanos galėjo būti užžeriamos ant kitos, greta esančios juostos. Analizuojant diskų padėties kampo įtaką augalinių liekanų nužėrimo atstumui, nustatyta, kad esant didesniai kampui, nužėrimo atstumas buvo didesnis. Esminė diskų padėties kampo įtaka buvo nustatyta tik prie $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Apibendrinant įvairių juostinės žemės dirbimo mašinos diskinių nužertuvų technologinių parametrų įtaką augalinių liekanų nužėrimui neįdirbtos dirvos paviršiuje, galima pastebėti, kad labai svarbus parametras yra diskų padėties kampas. Įvertinus įvairių eksperimentinių tyrimų duomenis, galima teigti, kad Lietuvos sąlygomis lengvo priemolio dirvoje geriausi augalinių liekanų nužėrimo rezultatai gauti esant 15° ir 22.5° diskų padėties kampui. Siekiant, kad nužertos dirvos juostos plotis būtų galimai mažesnis, o augalinių liekanų nužėrimo nuo juostos centro atstumas didesnis, bet neviršytų tarpueilių pločio, palankiausias diskų padėties kampas galėtų būti 15° , važiavimo greitis – $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Padėka

Tyrimą finansavo Lietuvos mokslo taryba (sutarties Nr. MIP-116/2012).

IŠVADOS

Juostinio žemės dirbimo mašinos diskinais dantytais nužertuvais daugiausia (79.97%) augalinių liekanų iš dirvos juostos buvo nužerama, kai diskų padėties kampas buvo 22.5° , šiek tiek mažiau, kai – 15° ir 30° , tačiau visais trimis atvejais nemažiau negu 50%.

Mažinant nužertuvų diskų padėties kampą nužertos dirvos juostos plotis mažėja. Mažiausias (140 mm) nužertos dirvos juostos plotis, o tuo pačiu ir diskinių nužertuvų dantimis paveiktos dirvos buvo nustatyta diskų padėties kampui esant 10° . 20 mm didesnis juostos plotis buvo prie 15° , 40 mm – prie 22.5° kampo.

Didinant juostinio žemės dirbimo mašinos važiavimo greitį, kai nužertuvo diskų padėties kampas 15° , augalinių liekanų nužėrimo atstumas nuo juostos centro didėja. Didžiausias (420 mm) augalinių liekanų nužėrimo atstumas nustatytas esant $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ važiavimo greičiui.

REFERENCES

- [1]. DeJong-Hughes J., Vetsch J. (2007) - *On-farm comparison of conservation tillage systems for corn following soybeans*, University of Minnesota, pg. 12;
- [2]. Evans R.G., Stevens W.B., Iversen W.M. (2010) - *Development of strip tillage on sprinkler irrigated sugarbeet*, Applied Engineering in Agriculture, pg. 59-69, vol. 26(1);
- [3]. Fallahi S., Raoufat M.H. (2008) - *Row-crop planter attachments in a conservation tillage system: A comparative study*, Soil and Tillage Research, pg. 27-34, vol. 98;
- [4]. Jabro J.D., Stevens W.B., Iversen W.M., Evans R.G. (2011) - *Bulk density, water content, and hydraulic properties of a sandy loam soil following conventional or strip tillage*, Applied Engineering in Agriculture, pg. 59-69, vol. 27(5);
- [5]. Linke C. (1998) - *No-tillage-crop cultivation taking account of technical, agronomical and economic aspects*, Thesis, Hohenheim;
- [6]. Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. (2010) - *The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and environment - A review*, Soil and Tillage Research, pg. 1-15, vol. 108;
- [7]. Sokolov N.M. (2012) - *Main tillage method on slopes maintaining soil moisture*, Tractors and Agricultural machinery, pg. 17-18, vol. 5;
- [8]. Šarauskis E., Masilionyte L. (2012) - *Combination of tillage and no-tillage*, Mano ūkis, pg. 70-75, vol. 6;
- [9]. Sokolov N.M. (2012) - *Main tillage method on slopes maintaining soil moisture*, Tractors and Agricultural machinery, pg. 17-18, vol. 5;
- [10]. Steponavičius D., Jasinskas A., Šarauskis E., Šniauka P., Vaiciukevičius E., Zinkevičius R. (2010) - *Laboratory works on agricultural machinery*, LZUU: Akademija.
- [11]. Terminology for soil-engaging components for conservation-tillage planters, drills and seeders (1995), *Transaction of the ASAE standards S477*, pg. 312-317.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1]. DeJong-Hughes J., Vetsch J. (2007) - Kukurūzų derliaus palyginimas naudojant nearimnio žemės dirbimo technologijas, Minesotos universitetas, p. 12;
- [2]. Evans R.G., Stevens W.B., Iversen W.M. (2010) - Juostinio žemės dirbimo vystymas, purkštuvais drėkinant cukrinių runkelių pasėlj, taikomoji inžinerija žemės ūkyje, p. 59-69, nr. 26(1)
- [3]. Fallahi S., Raoufat M.H. (2008) - *Row-crop planter attachments in a conservation tillage system: A comparative study*, Soil and Tillage Research, p. 27-34, vol. 98;
- [4]. Jabro J.D., Stevens W.B., Iversen W.M., Evans R.G. (2011)-Tankis, vandens kiekis ir hidraulinės savybės priesmėlio dirvožemyje po tradicinio ir juostinio žemės dirbimo, taikomoji inžinerija žemės ūkyje, p.59-69, vol. 27(5)
- [5]. Linke C. (1998)- Augalų auginimas naudojant nearimnio žemės dirbimo technologiją techniniu, agronominiu ir ekonominiu aspektais, Disertacija, Hohenhaimas;
- [6]. Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. (2010) - Nearimnio žemės dirbimo technologijų poveikis dirvožemiui, augalams ir aplinkai Jungtinėje Karalystėje: Apžvalga, Dirva ir žemės dirbimo tyrimas, p. 1-15, nr. 108;
- [7]. Sokolov N.M. (2012) - Pagrindinis žemės dirbimo būdas šlaituose išlaikant dirvos drėgmę, Traktoriai ir žemės ūkio mašinos, p. 17-18, nr. 5
- [8]. Šarauskis E., Masilionytė L. (2012) - Žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos derinys, *Mano ūkis*, p. 70-75, vol. 6;
- [9]. Соколов Н.М. (2012) - Почвовлагодерегающий способ основной обработки почвы на склонах, *Тракторы и сельхозмашины*, p. 17-18, vol. 5;
- [10]. Steponavičius D., Jasinskas A., Šarauskis E., Šniauka P., Vaiciukevičius E., Zinkevičius R. (2010) - *Žemės ūkio mašinų laboratoriniai darbai*, LZUU: Akademija.
- [11]. Terminology for soil-engaging components for conservation-tillage planters, drills and seeders. (1995) - *Transaction of the ASAE standards S477*, p. 312-317;

RESEARCHES REGARDING THE EFFECT OF TILLAGE OPERATIONS ON SOME PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOIL

CERCETĂRI PRIVIND IMPACTUL LUCRĂRIILOR DE PREGĂTIRE A PATULUI GERMINATIV ASUPRA UNOR ÎNSUȘIRI FIZICE ALE SOLULUI

Prof. Ph.D. Eng. Țenu I., Prof. Ph.D. Eng. Roșca R., Lect. Ph.D. Eng. Cârlescu P., D. Eng. Butnaru C. L.

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iași, Faculty of Agriculture / Romania

Tel: 0723545065; E-mail: itenu@uaiasi.ro

Abstract: Tillage operations, aiming to obtain a loosened and leveled soil, create the conditions for a rapid and uniform germination of seeds and also for the proper development of the plant roots. However, intense mechanical tillage can negatively affect the physical and mechanical properties of soil and also the growing and development of plants, thus diminishing the production. This is why researches must be performed in order to evaluate the impact of the active parts on some physical characteristics of soil. This paper presents the results of the researches regarding the effect of different soil tillage technologies applied for the wheat crops; the following parameters were taken into account: soil penetration resistance, average diameter of the soil's structure elements and water stability of aggregates. The following tillage technologies were used: conventional tillage (control sample), narrow strips tillage and no-tillage system. The statistical analysis of the experimental results allowed the ranking of the tillage operations taking into account their effect over the physical properties of soil.

Keywords: soil tillage, active parts, physical properties of soil

INTRODUCTION

Soil has an essential part in maintaining life on earth, being the support for agricultural activities aimed to ensure the population's food security and safety, role due to soil physical, chemical and biological properties, its fertility and its capacity to provide, continuously and simultaneously, water and nutritive elements during the entire vegetation period [7, 8, 12].

Under these circumstances we may consider soil as one of the most complex natural systems of our planet; it may also be considered as a structured system of continuously changing substances, a biological complex in which life pulsates permanently, a catalyst for the welfare of the environment, a complex and multifunctional system, essential to life [1, 3].

In order to preserve the functions of soil in the present conditions of intensive development of agriculture a new and complex concept was introduced, which takes into account not only the agricultural sector but also all the other aspects of social life, concept known as „durable development” [6, 9, 10].

Within the system of durable agriculture a new concept was developed, the „conservative agriculture”, which is based on the utilization of the renewable natural resources, targeted on soil and on the means to regenerate in real time [3, 7, 11].

No matter if the production genetic potential of the crops will increase or not all the farmers need new technologies, aiming to significantly reduce the costs and to ensure the long term sustainability of the agricultural production; these technologies are based on three

Rezumat: Lucrările agricole ale solului, efectuate cu scopul de a realiza un strat afânat și mărunțit, creează condiții pentru o germinare rapidă și uniformă a semințelor, dar și pentru dezvoltarea rădăcinilor plantelor. Intensificarea tehnologiilor de mecanizare a lucrărilor solului poate afecta negativ proprietățile fizico-mecanice ale acestuia, dezvoltarea plantelor, precum și producția agricolă. Din aceste considerente, sunt necesare cercetări pentru a stabili impactul acțiunii organelor lucru asupra unor însușiri fizice ale solului. În lucrarea de față se prezintă rezultatele cercetărilor referitoare la impactul diferitelor tehnologii de mecanizare a lucrărilor la înființarea culturii de grâu asupra rezistenței specifice a solului la penetrare, diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului și stabilitatea hidrică a elementelor de structură ale solului, prin utilizarea sistemului convențional (variantea mator), sistemului de lucrări în benzi sau fâșii înguste și sistemului „fără lucrări” sau semănatul direct (no-tillage, direct drill). Prin prelucrarea statistică a datelor experimentale s-a ierarhizat tehnologiile de mecanizare a lucrărilor solului în funcție de impactul asupra unor însușiri fizice ale solului.

Cuvinte cheie: lucrările solului, organe de lucru, însușiri fizice ale solului

INTRODUCERE

Solul are un rol esențial în menținerea vieții pe pământ, prin funcția sa de a reprezenta suportul pentru practicarea agriculturii, de a asigura securitatea și siguranța alimentară a populației, rol datorat proprietăților fizico-chimice și biologice, fertilității sale, capacitatea acesteia de a pune la dispoziția plantelor, în mod simultan și continuu, elementele nutritive și apa pe tot parcursul perioadei de vegetație [7, 8, 12].

În aceste condiții, putem considera că solul este unul din cele mai complexe sisteme naturale ale planetei, respectiv poate fi considerat ca un sistem structurat de substanțe în permanentă transformare, un complex biologic în care viața pulsează continuu, un catalizator pentru sănătatea mediului, un sistem complex, polifuncțional și indispensabil vieții [1, 3].

Pentru menținerea funcțiilor solului, în contextul condițiilor actuale de dezvoltare intensivă a agriculturii, se impune pentru umanitate un concept complex care antrenează pe lângă sectorul agricol și toate celelalte domenii ale vieții sociale, concept cunoscut sub denumirea de „dezvoltare durabilă” [6, 9, 10].

În cadrul sistemelor de agricultură durabilă se dezvoltă un nou concept de „agricultură conservativă”, care se bazează pe utilizarea resurselor naturale reînnoibile, mai ales a solului și a condițiilor de regenerare a acestuia în timp real [3, 7, 11].

În aceste condiții, indiferent dacă potențialul genetic de producție al plantelor de cultură continuă să crească sau nu, toți fermierii au nevoie de tehnologii care să reducă semnificativ costurile și care să confere sustenabilitate producției pe termen lung, bazându-se

principles: minimum disturbance of soil, optimal rotation of crops and retention of the vegetable waste on soil (minimum 30%) [4].

In conclusion, conservative agriculture is a complex technology, which implies significant changes in everything concerning the production process: the seeding and harvesting machines, the management of vegetable wastes, the fertilizing machines, the machines used for pest and disease control, crop rotation etc. [3, 5].

The present paper is a part of the above-mentioned context, aiming to evaluate the impact of the different soil tillage technologies for wheat crop over some physical properties of soil: the specific penetration resistance, the average weighted diameter and water stability of the soil's structure elements. The soil tillage technologies considered were the conventional one (witness sample), the narrow strips tillage and the no-tillage (direct drill) system.

MATERIAL AND METHOD

The experimental tests were performed during the agricultural years 2009-2010, 2010-2011 and 2011-2012 at the Ezăreni farm of the university's agricultural station, on a cambic chernozem, mezolimy, lightly degraded soil, which is representative for the north-eastern part of Romania. The tillage operations used were the ones specific for autumn wheat. No significant variations of the average yearly temperature were recorded during the research period.

As far as the precipitations were concerned significant deviations from the yearly average value were recorded, but still within the specificity of the area.

In order to evaluate the physical properties of soil the following equipment was used:

- *Eijkelkamp* penetrometer for the measurement of the specific penetration resistance. The tests were performed up to a depth of 0.4 m, using a penetration cone with an angle of 30° and a base area of 1 cm² [2, 8];
- *Eijkelkamp* sieving apparatus for measuring the weighted mean diameter of the soil's structure elements, using seven superposed sieves with 10; 5; 3; 2; 1; 0.5 și 0.25 mm orifices and with a tray mounted under the last sieve. After the dry sieving operation the soil fractions retained by each sieve were weighted in order to provide the results referring to the dimensions of the aggregates: bigger than 10 mm; 10 – 5 mm; 5 - 3 mm; 3 - 2 mm; 2 - 1 mm; 1 – 0.5 mm; 0.5 – 0.25 mm and smaller than 0.25 mm [2, 7].

The results were then presented as a single figure, representing the weighted average diameter of the soil's structure elements, which represents the average diameter of the different classes of structural microelements. This index is calculated using the relationship (1), where:

- DMP – the average diameter of the soil's structure elements (mm);
 - p_i – percent content of each class of structure elements (%);
 - d_i – average diameter of each class of structure elements (mm).
- *Tiulin-Erikson* apparatus for the evaluation of the water stability of the soil's structure elements. The apparatus has a cylindrical body and inside the body there are three

pe trei principii: perturbarea minimă a solului, rotația optimă a culturilor, reținerea resturilor vegetale pe sol (minimum 30 %) [4].

Așadar, agricultura conservativă este o tehnologie complexă, care implică schimbări în întregul sistem de producție, începând cu mașinile folosite pentru semănat și recoltat, metoda de semănat, managementul resturilor vegetale, administrarea fertilizanților, combaterea buruienilor, patogenilor și dăunătorilor, rotația culturilor etc [3, 5].

În contextul acestor aspecte se înscrie și prezenta lucrare, prin care s-a determinat impactul diferitelor lucrări de pregătire a patului germinativ pentru cultura grâului asupra unor însușiri fizice ale solului, cum ar fi rezistența specifică a solului la penetrare, diametrul mediu ponderat al elementelor de structură ale solului și stabilitatea hidrică a elementelor de structură ale solului, prin utilizarea sistemului convențional (varianta martor), sistemului de lucrări în benzi sau fâșii înguste și sistemului „fără lucrări” (no-tillage, direct drill).

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările experimentale s-au efectuat pe durata anilor agricoli 2009-2010, 2010-2011 și 2011-2012, la ferma Ezăreni din cadrul SDE a USAMV din Iași, pe un sol cernoziom cambic, mezocalcaric, slab regradat, lut argilos, reprezentativ pentru zona de Nord-Est a României. Lucrările pentru pregătirea patului germinativ sunt cele specifice tehnologiei pentru cultura grâului de toamnă, realizate prin diferite sisteme. Pe durata cercetărilor nu s-au înregistrat fluctuații mari privind temperatura medie multianuală. Din acest punct de vedere nu au existat elemente care să evidențieze anomalii pronunțate.

În ceea ce privește cantitatea și repartiția precipitațiilor, acestea diferințându-se destul de mult, atât de la un an la altul, cât și față de media multianuală, dar încadrându-se în specificul zonei.

Pentru determinarea însușirilor fizice ale solului s-au folosit următoarele aparate specifice de laborator:

- penetrometrul *Eijkelkamp* pentru a măsura rezistența specifică a solului la penetrare. Determinările s-au efectuat până la adâncimea de 0,4 m, folosind un con de penetrare cu unghiul la vârf de 30° și aria bazei de 1 cm² [2, 8];
- aparatul de cernut de tip *Eijkelkamp* pentru a stabili diametrul mediu ponderat al elementelor de structură ale solului, acționat electric, prevăzut cu o garnitură de 7 site suprapuse cu orificiile de: 10; 5; 3; 2; 1; 0,5 și 0,25 mm, iar sub ultima sită este montată o tavă fără orificii. După terminarea cernerii uscate, fracțiunile de sol de pe fiecare sită se cântăresc și se calculează procentul de agregate pentru fiecare fracțiune: agregate mai mari de 10 mm; de 10 - 5mm; 5 - 3 mm; 3 - 2 mm; 2 - 1 mm; 1 - 0,5 mm; 0,5 - 0,25 mm și mai mici de 0,25 mm [2, 7].

Rezultatele determinărilor referitoare la alcătuirea structurală se pot exprima și printr-o cifră unică, de exemplu diametrul mediu ponderat al elementelor structurale ale solului, care reprezintă diametrul mediu al diferitelor clase de macroelemente structurale. Acest indice se calculează cu relația (1), unde: DMP - diametrul mediu ponderat al elementelor de structură ale solului (mm); p_i - conținutul procentual al fiecărei clase de elemente structurale (% g/g); d_i - diametrul mediu al fiecărei clase de elemente structurale (mm).

- aparatul *Tiulin-Erikson* pentru a determina stabilitatea hidrică a elementelor de structură ale solului, alcătuit dintr-un corp cilindric, executat din tablă din oțel inoxidabil, în interiorul căruia se află trei garnituri de câte de 6 site, dispuse sub formă de coloane și fixate între ele prin

sets with six sieves each, mounted as columns. The diameter of the sieves, from the upper side to the lower side are: 0.25; 0.5; 1; 2; 3; 5 mm. The lower side of the apparatus has two orifices, one in the center and the other one on its side.

In order to feed the apparatus with water the central orifice is connected to a valve; the side orifice is used for draining the water by the means of a siphon. The experimental technique is described in different papers [3, 8].

The quality indices used for describing the water stability of the soil's structure elements are ratios between different categories of soil aggregates and are calculated with the relations (2) and (3), where:

- I represents the percent of aggregates bigger than 5 mm;
- II represents the percent of aggregates with dimensions between 3 and 5 mm;
- III represents the percent of aggregates with dimensions between 2 and 3 mm;
- IV represents the percent of aggregates with dimensions between 1 and 2 mm;
- V represents the percent of aggregates with dimensions between 0.5 and 1 mm;
- VI represents the percent of aggregates with dimensions between 0.25 and 0.5 mm.

For the index I_1 the quality of the structure increases from 0.3 to 4...5; for higher figures the structure becomes coarse [3, 7].

In order to evaluate the impact of the different tillage technologies the following variants were taken into account:

Variant $V_{1(witness)}$ – ploughing using the U-650 + PP-3-30 unit, seedbed preparation with the U-650 + GD-3.2 unit and seeding using the U-650 + SUP-29 unit.

Variant V_2 – ploughing using the U-650 + PP-3-30 unit, seedbed preparation with the Valtra T-190+ BS 400 A (combinator) unit (fig.1.a) and seeding using the U-650 + SUP-29 unit.

Variant V_3 – seeding in unploughed field using the Valtra T-190 + MCR-2,5 (combined machine for soil tillage and seeding, adapted for wheat seeding) unit (fig.1.c).

Variant V_4 – seeding in the unploughed field using the Valtra T-190 + OA + AGPS-24DR (chisel tools, rotary harrow and universal pneumatic seeder) unit (fig.1.b).

Variant V_5 – ploughing using the U-650 + PP-3-30 unit, seedbed preparation with the Valtra T-190+ AGPS-24DR (rotary harrow, Paker roller and universal pneumatic seeder) unit.

EXPERIMENTAL RESULTS

The experimental data regarding the **soil penetration resistance** were grouped according to the classes presented in the literature [3].

intermediul unor mufe. Sitele sunt așezate în ordinea mărimii orificiilor de jos în sus: 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 5 mm. La partea inferioară a cilindrului se găsesc două orificii: unul în centru și altul lateral.

$$DMP = \frac{\sum (p_i \cdot d_i)}{100} \quad (1)$$

Orificiul central se racordează la un robinet prin care se face umplerea aparatului cu apă. La orificiul lateral este așezat un sifon, prin care este evacuată apa din aparat. Tehnica experimentală pentru a determina stabilitatea hidrică a elementelor de structură ale solului sunt descrise pe larg în lucrările [3, 8]. Indicii calitativi pentru stabilitatea hidrică a elementelor de structură reprezintă un raport între diferite categorii de agregate ale solului și se calculează cu relațiile, în care:

- I reprezintă procente de agregate mai mari de 5 mm;
- II - reprezintă procente de agregate cuprinse între 3 și 5 mm;
- III - reprezintă procente de agregate cuprinse între 2 și 3 mm;
- IV - reprezintă procente de agregate cuprinse între 1 și 2 mm;
- V - reprezintă procente de agregate cuprinse între 0,5 și 1 mm;
- VI - reprezintă procente de agregate cuprinse între 0,25 și 0,5 mm.

$$I_1 = \frac{I + II + III}{IV + V}, \quad (2)$$

$$I_4 = \frac{IV}{V + VI} \quad (3)$$

În cazul indicelui I_1 , calitatea structurii crește de la valoarea indicelui de 0,3 până la 4...5, după care structura devine grosolană [3, 7].

Pentru a stabili impactul diferitelor tehnologii de lucrare a solului, la înființarea culturii grâu de toamnă, s-au utilizat următoarele variante experimentale:

Varianta $V_{1-martor}$ – arat cu agregatul tractor U-650 + PP-3-30, pregătit patul germinativ cu agregatul U-650 + GD-3,2 și apoi semănat cu agregatul U-650 + SUP-29.

Varianta V_2 – arat cu agregatul tractor U-650 + PP-3-30, pregătit patul germinativ cu agregatul tractor Valtra T-190 + BS 400 A (combinator) (fig.1.a) și semănat cu agregatul tractor U-650 + SUP-29.

Varianta V_3 – Semănat direct, în teren nearat, cu agregatul tractor Valtra T-190 + MCR-2,5 (mașina combinată de prelucrat solul pe rânduri și semănat, adaptată pentru semănat grâu) (fig.1.c).

Varianta V_4 – semănat în teren nearat, cu agregat: tractor Valtra T-190 + OA + AGPS-24DR (alcătuit din organe de afânare, freza cu rotoare verticale și semănătoare pneumatică universală) (fig.1.b).

Varianta V_5 – arat cu agregatul tractor U-650 + PP-3-30; pregătit patul germinativ și semănat cu agregatul format din tractorul Valtra T-190 și AGPS-24DR (format din freză cu rotoare verticale, tăvălug Paker și semănătoare pneumatică universală).

REZULTATE EXPERIMENTALE

Datele experimentale obținute pentru **rezistența specifică a solului la penetrare** au fost analizate comparativ cu clasele de valori stabilite în literatura de specialitate [3].

The results presented in Table 1 show that the penetration resistance was lower than 1.08 MPa for all the tested variants, thus being in accordance with the agrotechnical requirements. Moreover, for all the variants, the penetration resistance was lower than the upper limit of the class „soil with very low penetration resistance”. The lowest penetration resistance (0.215 MPa) was recorded for the variant V_5 , followed by variant V_2 (0.236 MPa), variant $V_{1(witness)}$ (0.247 MPa), variant V_4 (0.260 MPa) and variant V_3 (0.286 MPa).

Astfel din tabelul 1 rezultă că rezistența specifică a solului la penetrare, la toate variantele, satisface cerințele agrotehnice, având valori sub 1,08 MPa. Toate variantele experimentale au înregistrat valori mai mici decât limita maximă a clasei „sol cu o rezistență foarte mică”. Varianta cu rezistența specifică cea mai mică este V_5 , respectiv 0,215 MPa, urmată de V_2 cu 0,236 MPa, $V_{1-martor}$ cu 0,247 MPa, V_4 cu 0,260 MPa și V_3 cu 0,286 MPa.



a



b



c



d

Fig. 1 – Agricultural units for soil tillage: a –seedbed preparation with the Valtra T-190 tractor and BS 400 A combinator; b – complex unit for stubble seeding with chisel tools, rotary harrow, Packer roller and pneumatic universal seeder; c – combined unit for stubble seeding (MCR-2,5); d – complex unit for stubble seeding in operating position.

The statistical analysis showed that there are very significant negative differences between the variants V_2 and V_5 and the witness variant $V_{1(witness)}$ respectively; the main factors leading to the decrease of the penetration resistance were the smaller number of passes and a better shattering of the superficial soil layer. Very significant positive differences were recorded by variants V_3 and V_4 , when compared with the same witness variant $V_{1(witness)}$.

Table 2 presents the experimental results regarding **water stability of soil aggregates**, based on the I_1 index, evaluated using the Tiulin-Erikson method, for the autumn wheat crop, in the agricultural years 2009/2010, 2010/2011 and 2011/2012. Taking into account that the best soil structure is achieved for $I_1 = 4$, the closest value to this figure was recorded for variant V_3 ($I_1 = 4.183$). This result may be explained by the fact that the rotary cultivator of the MCR-2,5 equipment performed the tillage operation on

În ceea ce privește analiza statistică a variantelor experimentale, având ca martor varianta $V_{1-martor}$, variantele V_2 și V_5 au o diferență negativă foarte semnificativă față de $V_{1-martor}$, factorii principali care au determinat scăderea rezistenței specifice la penetrare fiind numărul mic de treceri, dar și o mai bună mărunțire a stratului superficial de sol. Variantele V_3 și V_4 , au o diferență pozitivă foarte semnificativă față de $V_{1-martor}$.

În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele experimentale ale indicelui I_1 privind **hidrostabilitatea elementelor de structură ale solului**, determinate prin metoda Tiulin-Erikson, la cultura de grâu de toamnă, în anii agricoli 2009/2010; 2010/2011 și 2011/2012. Varianta cu valoarea indicelui I_1 cea mai apropiată de valoarea 4 (considerată ca reflectând cea mai bună structură) este V_3 , cu 4,183. Hidrostabilitatea solului foarte bună a variantei V_3 este datorată prelucrării solului numai pe rând cu freza din cadrul mașinii MCR-

only one third of the total surface, while the rest of the surface remained undisturbed.

For the variant V_4 , which was ranked on the second place, with $I_1 = 3.702$, the water stability is very good because conventional ploughing is replaced with a shattering of the soil to a depth of 15 cm, performed by the front chisels mounted on the frame of the AGPS-24DR equipment. For variant V_5 ($I_1 = 3.686$), ranged the third, ploughing was performed, but seedbed preparation was achieved in only one pass, using the T-190+AGPS-24DR unit.

2,5, care efectuează mobilizarea solului doar pe 1/3 din suprafața totală a stratului superficial al solului, restul rămânând neprelucrat.

În cazul variantei de pe locul doi, V_4 , hidro stabilitatea este foarte bună (3,702), întrucât lucrarea de arat este înlocuită de o afânare a solului, până la 15 cm, cu organele active dispuse anterior pe cadrul agregatului complex AGPS-24DR. Varianta V_5 (3,686), de pe locul trei, este cea în care s-a efectuat lucrarea de arat, dar pregătirea patului germinativ și semănatul s-a realizat printr-o singură trecere cu agregatul T-190+AGPS-24DR.

Table 1
Values for the specific soil resistance to penetration (MPa), at autumn wheat crop, and statistical significance of the average, in the agricultural years 2009/2010; 2010/2011 and 2011/2012

Variant	Agricultural year	Depth (cm)				Average 0-40 (cm)	Average 2009-2012	Statistic significance
		0-10	10-20	20-30	30-40			
0	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{1(witness)}$ (PP-3-30; GD-3,2; SUP-29)	2009-2010	0.111	0.161	0.270	0.380	0.230	0.247	Witness
	2010-2011	0.129	0.182	0.291	0.401	0.250		
	2012-2012	0.138	0.191	0.300	0.410	0.259		
V_2 (PP-3-30; BS 400 A; SUP-29)	2009-2010	0.108	0.151	0.243	0.376	0.219	0.236	OOO
	2010-2011	0.127	0.172	0.264	0.397	0.240		
	2012-2012	0.136	0.181	0.273	0.406	0.249		
V_3 (MCR-2,5)	2009-2010	0.146	0.217	0.319	0.393	0.269	0.286	XXX
	2010-2011	0.167	0.238	0.340	0.414	0.290		
	2012-2012	0.176	0.247	0.349	0.423	0.299		
V_4 (OA-AGPS-24DR)	2009-2010	0.112	0.187	0.283	0.390	0.243	0.260	XXX
	2010-2011	0.137	0.208	0.304	0.411	0.265		
	2012-2012	0.143	0.217	0.313	0.420	0.273		
V_5 (PP-3-30AGPS-24DR)	2009-2010	0.114	0.140	0.198	0.348	0.200	0.215	OOO
	2010-2011	0.127	0.161	0.219	0.369	0.219		
	2012-2012	0.132	0.170	0.228	0.378	0.227		
Limit difference	DL 5%=0,01 MPa			DL 1%=0,013 MPa			DL 0,1%=0,017 MPa	

The results of the statistical analysis show that there is no significant difference between variants V_4 and V_5 and the witness variant, respectively; there is a very significant positive difference between variant V_3 and variant $V_{1(witness)}$.

The experimental results regarding the weighted average diameter of the structure elements, for the autumn wheat crop, in the agricultural years 2009/2010, 2010/2011 and 2011/2012 are presented in table 3. The results show that for all the variants the values are within the required limits (2 to 5 mm).

Using the ranking classes presented in literature [1,3,8] it was concluded that the variant with the value of the average weighted diameter closest to 3.5 (value indicating the best structure) was V_3 (3.568 mm), followed by V_4 (3.407 mm), V_5 (3.357 mm), V_2 (3.684 mm) and $V_{1(witness)}$ (with an average weighted diameter of 3.702 mm).

Variant V_3 led to the best soil structure due to the use of the MCR-2.5 complex equipment, which performed the tillage operation on only one third of the total surface, the ploughing operation being avoided.

Variant V_4 also led to the achievement of a very

În ceea ce privește analiza statistică a variantelor experimentale, având ca martor varianta $V_{1-martor}$ putem preciza că variantele experimentale V_4 și V_5 au o diferență nesemnificativă față de $V_{1-martor}$, iar varianta V_3 are o diferență pozitivă foarte semnificativă față de $V_{1-martor}$.

Rezultatele experimentale privind diametrul mediu ponderat al elementelor de structură ale solului, la cultura de grâu de toamnă, în anii agricoli 2009/2010; 2010/2011 și 2011/2012 sunt prezentate în tabelul 3. Din analiza acestor date rezultă că toate variantele experimentale satisfac cerințele agrotehnice, la care diametrul mediu ponderat al elementelor de structură ale solului are valori cuprins între 2 și 5 mm.

Folosind clasele de valori ale diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului, din literatura de specialitate [1,3,8], putem aprecia că varianta cu diametrul mediu ponderat cea mai apropiată de 3,5 mm (valoare considerată ca având cea mai bună structură) este V_3 , respectiv 3,568 mm, urmată de V_4 cu 3,407 mm, V_5 cu 3,357 mm, V_2 cu 3,684 mm și $V_{1-martor}$ cu 3,702 mm.

Varianta V_3 prezintă o structură a solului foarte bună, pentru că a fost eliminată din tehnologie lucrarea de arat, prin folosirea mașinei MCR-2,5 care efectuează o frezare a solului doar pe 1/3 din suprafața totală a solului, restul rămânând neprelucrat.

De asemenea varianta V_4 prezintă o structură foarte bună,

good soil structure because ploughing was replaced with a shattering of the soil to a depth of 15 cm, performed by the front chisels mounted on the frame of the AGPS-24DR equipment. The average weighted diameter of the soil structure elements was lower than the one recorded for variant V_3 because a rotary harrow was used for seedbed preparation.

For variant V_5 ploughing was used as a soil tillage operation and the average weighted diameter was affected by the use of the rotary harrow for seedbed preparation.

The variant ranked on the fourth place was the one for which ploughing was applied and the combinator BS 400A was used for seedbed preparation.

Întrucât s-a realizat în condiții de pregătire a patului germinativ fără lucrarea de arat. Lucrarea de arat este înlocuită de o afânare a solului, până la 15 cm, cu organe active de afânare din componentă a agregatului complex OA+AGPS-24DR. Diametrul mediu ponderat al elementelor de structură ale solului din cadrul acestei variante este mai mic decât la varianta V_3 datorită pregătirii patului germinativ cu freza cu rotoare verticale.

Varianta de pe locul trei, V_5 , este cea în care s-a efectuat lucrarea de bază, respectiv arătura cu întoarcerea brazdei, iar micșorarea diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului a fost afectată de pregătirea patului germinativ cu freza, respectiv prin folosirea agregatului complex AGPS-24DR.

Varianta care se află pe poziția a patra în ceea ce privește valoarea diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului este cea în care s-a efectuat lucrarea de arat, iar pregătire a patului germinativ s-a efectuat cu combinatorul BS 400 A.

Table 2

Results regarding the water stability index of the soil structural elements, I_1 and statistical significance of total average, for autumn wheat crop, in agricultural years 2009/2010; 2010/2011 și 2011/2012

Variant	Agricultural year	Depth (cm)			Average 0-40 (cm)	Average 2009-2012	Statistic significance
		0-10	10-20	20-30			
0	1	2	3	4	5	6	7
$V_{1(witness)}$ (PP-3-30; GD-3,2; SUP-29)	2009-2010	2.118	4.077	4.392	3.529	3.603	Witness
	2010-2011	2.372	4.044	4.471	3.629		
	2012-2012	2.366	4.053	4.533	3.650		
V_2 (PP-3-30; BS 400 A; SUP-29)	2009-2010	1.939	4.331	4.601	3.623	3.619	-
	2010-2011	1.904	4.327	4.578	3.603		
	2012-2012	1.967	4.370	4.554	3.630		
V_3 (MCR-2.5)	2009-2010	2.717	4.834	5.042	4.197	4.183	XXX
	2010-2011	2.672	4.894	4.977	4.181		
	2012-2012	2.690	4.872	4.953	4.171		
V_4 (OA-AGPS-24DR)	2009-2010	2.014	4.312	4.672	3.666	3.702	-
	2010-2011	2.008	4.375	4.703	3.695		
	2012-2012	2.103	4.371	4.758	3.744		
V_5 (PP-3-30; AGPS-24DR)	2009-2010	1.888	4.448	4.778	3.704	3.686	-
	2010-2011	1.825	4.469	4.754	3.682		
	2012-2012	1.803	4.495	4.717	3.671		
Limit difference	DL 5%=0.258			DL 1%=0.347		DL 0.1%=0.462	

The most significant impact over the average weighted diameter of the soil's structure elements was recorded for the witness variant $V_{1(witness)}$, using the conventional tillage method (ploughing, followed by three successive passes with the GD-3.2 disc harrow).

The statistic analysis of the results concerning the average weighted diameter of the soil's structure elements showed that there was no significant difference between variant V_2 and the witness variant; a very significant negative difference was recorded for variants V_4 and V_5 , because of the excessive shattering produced by the PTO-driven implements of the tillage equipment (MCR-2,5; AGPS-24DR, OA-AGPS-24DR), which act intensively over the 0-10 cm layer of the soil. For variant V_3 a distinctly significant negative difference was recorded when it was compared to the witness variant, the main factor which led to the decrease of the average weighted diameter being the action of the rotary cultivator which is a part of the MCR-2.5 equipment.

Varianta $V_{1-martor}$ are impactul cel mai ridicat asupra diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului datorită efectuării lucrării de arat și a pregătirii patului germinativ cu grapa cu discuri GD-3,2 prin trei treceri succesive pe aceeași suprafață.

În ceea ce privește analiza statistică putem preciza că varianta experimentală V_2 are o diferență nesemnificativă față de $V_{1-martor}$, iar variantele V_4 și V_5 au o diferență negativă foarte semnificativă față de $V_{1-martor}$, factorii principali care au determinat scăderea diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului fiind mărunțirea excesivă efectuată de către organele de lucru din componenta frezelor ale mașinilor agricole (MCR-2,5; AGPS-24DR, OA-AGPS-24DR) în stratul de sol 0-10 cm. Varianta V_3 are o diferență negativă distinct semnificativă față de $V_{1-martor}$, factorul principal care a dus la scăderea diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului fiind prelucrarea solului de către freza din componenta MCR-2,5.

Table 3

Values of the average weighted diameter of soil's structure elements (mm) and statistical significance of total average, for autumn wheat crop, in the agricultural years 2009/2010; 2010/2011 și 2011/2012

Variant	Agricultural year	Depth (cm)			Average 0-40 (cm)	Average 2009-2012	Statistic significance
		0-10	10-20	20-30			
0	1	2	3	4	5	6	7
$V_{1(witness)}$ (PP-3-30; GD-3.2; SUP-29)	2009-2010	2.942	3.919	4.103	3.654	3.702	martor
	2010-2011	3.013	3.939	4.108	3.686		
	2012-2012	3.057	4.068	4.177	3.767		
V_2 (PP-3-30; BS 400 A; SUP-29)	2009-2010	2.822	4.035	4.141	3.666	3.684	-
	2010-2011	2.834	4.058	4.166	3.686		
	2012-2012	2.845	4.089	4.166	3.700		
V_3 (MCR-2.5)	2009-2010	3.025	3.232	4.374	3.543	3,568	O
	2010-2011	3.083	3.256	4.383	3.574		
	2012-2012	3.098	3.276	4.392	3.588		
V_4 (OA-AGPS-24DR)	2009-2010	2.822	3.153	4.219	3.398	3.407	OOO
	2010-2011	2.833	3.154	4.228	3.405		
	2012-2012	2.839	3.162	4.261	3.420		
V_5 (PP-3-30; AGPS-24DR)	2009-2010	2.798	3.021	4.201	3.340	3.357	OOO
	2010-2011	2.836	3.026	4.202	3.354		
	2012-2012	2.851	3.049	4.235	3.378		
Limit difference	DL 5%=0.115 mm		DL 1%=0.155 mm		DL 0.1%=0.206 mm		

CONCLUSIONS

The development of an agriculture based on conventional soil tillage systems increases its vulnerability when faced with different degradation processes, thus increasing the risk of damaging the soil structure, crust formation, cracking, erosion, water evaporation.

In order to limit these negative effects conservative agriculture uses new technologies aiming to preserve or even improve the properties of soil, leading to a diminished wind and water erosion, to an increased production, lower fuel consumption and time required by the tillage operation.

The researches referring to the soil tillage technologies, for autumn wheat, led to the following conclusions:

- as far as the soil resistance to penetration was concerned, the variants were ranked as follows (starting with the best one): V_5 (0.215 MPa), V_2 (0.236 MPa), $V_{1(witness)}$ (0.246 MPa), V_4 (0.260 MPa) and V_3 (0.286 MPa);
- when the water stability of the soil aggregates (index I_1) was taken into account, the experimental variants were ranked as follows (considering that the best structure is achieved for $I_1 = 4$ and starting with the best one): V_3 (4.183), V_4 (3.702), V_5 (3.686), V_2 (3.619) and $V_{1(witness)}$ (3.603);
- taking into account the average weighted diameter the best soil structure is achieved for a value of 3.5 mm; consequently, the experimental variants were ranked as follows (starting with the best one): V_3 (3.568 mm), V_4 (3.407 mm), V_5 (3.357 mm), V_2 (3.684 mm) and $V_{1(witness)}$ (3.702 mm).

Taking into account the experimental results and the requirement for a minimum impact over the properties of soil the following variants are recommended for the wheat crop: V_3 – seeding in the unploughed terrain using the Valtra T-190 + MCR-2,5 unit (combined machine for soil

CONCLUZII

Dezvoltarea unei agriculturi bazată pe sisteme convenționale de lucrare a solului determină creșterea vulnerabilității acestuia față de diferite procese de degradare, măbindu-se riscul producerii și/sau intensificării fenomenelor de destructurare, colmatare a spațiului macroporos, crustificare, crăpare, eroziune, precum și pierderi apreciabile de apă prin evaporare.

Pentru a elimina aceste dezavataje agricultura conservativă utilizează tehnologii care să păstreze sau chiar să îmbunătățească însușirile solului, să reducă eroziunea hidrică și eoliană, să conducă la sporuri de producție și o reducere importantă a consumului de combustibil.

În cadrul cercetărilor experimentale privind impactul tehnologiilor de mecanizare a lucrărilor solului, la grâu de toamnă, au rezultat următoarele aspecte:

- variantele experimentale care determină cea mai mică valoare a rezistenței specifice a solului la penetrare (începând cu cea mai bună) sunt: V_5 – 0,215 MPa, urmată de V_2 – 0,236 MPa, V_1 – 0,246 MPa, V_4 – 0,260 MPa și V_3 – 0,286 MPa;
- cele mai bune variante pentru indicele I_1 , privind hidroabilitatea elementelor structurale ale solului, apropiate de valoarea 4 (considerată ca având cea mai bună structură), începând cu cea mai bună, sunt: V_3 – 4,183, urmată de V_4 – 3,702, V_5 – 3,686, V_2 – 3,619 și V_1 – 3,603;
- pentru diametrului mediu ponderat, apropiat de valoare 3,5 mm (considerată ca având cea mai bună structură), sunt următoarele variante experimentale, începând cu cea mai bună: V_3 – 3,568 mm, urmată de V_4 – 3,407 mm, V_5 – 3,357 mm, V_2 – 3,684 mm și V_1 – 3,702 mm.

Pe baza rezultatelor obținute se recomandă pentru înființarea culturii de grâu următoarele variante optime, care au impact minim asupra însușirilor solului: V_3 – semănat direct în teren nearat, cu agregatul tractor Valtra T-190 + MCR-2,5 (mașina combinată de prelucrat solul pe

tillage and seeding) and V_4 – seeding in the unploughed terrain using the Valtra T-190 + OA + AGPS-24DR unit (chisel tools, rotary harrow and universal pneumatic seeder).

REFERENCES

- [1] Alvaro-Fuentes J, Arrúe L., Gracia R., López M. V. (2008) - *Tillage and cropping intensification effects on soil aggregation: Temporal dynamics and controlling factors under semiarid conditions*. Geoderma, 145 (3-4), pg. 15;
- [2]. Canarache A. (1990) – *Physics of agricultural soils* (in Romanian). Publishing Ceres, Bucharest;
- [3]. Carter M. (1994) - *Conservation Tillage in Temperate Agrosystems*. Lewis, Publishers, London, Tokyo, Japonia.
- [4]. Guș P., Rusu T., Bogdan I. (2003) (2003) – *Conventional and non-conventional soil tillage systems* (in Romanian). Ed. Risoprint publisher, Cluj-Napoca;
- [5]. Hoogmoed W.B. (2009) - *Conservation tillage and sustainable small farming: Introduction*. Soil and Tillage Research, 104 (1)
- [6]. Horn R., Way T., Rostek J. (2001) - *Effect of repeated wheeling on stress/strain properties and ecological consequences in structured arable soils*. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal 1;
- [7]. Jităreanu G., Țenu I., Cojocaru P., Bria N., Cojocaru I., (2007) – *Technologies and equipment for mechanized operations in durable agriculture* (in Romanian). Ed. Ion Ionescu de la Brad Publisher, Iași, p296;
- [8]. Lal R., Stewart B.A., 1990 – *Soil degradation*. Springer Editord Verlag, New York.
- [9]. Shen J., Kushawa R.L. (1998) - *Soil-machine interaction: a finite perspective*. Dekker, New York
- [10]. Țenu I. et al. (2011) – *Impact of agricultural traffic over the physical and mechanical properties of soil and over crop yield*. Scientific Papers of UASVM Iași, 54 (2), Agronomy series.
- [11]. Vigier B., Raghavan G.S.V., 1980 – *Soil compaction effect in clay soils on common root rot in canning peas*. Can. Plant Disease Survez 60 (4): 43-45
- [12]. Wood R.K., Reeder, R.C., Morgan, M.T., Holmes, R.G. (1993) - *Soil physical properties as affected by grain cart traffic*. Trans. of ASAE, 36 (1): 11-15.

rânduri și semănat și V_4 – semănat în teren nearat, cu agregatul: tractor Valtra T-190 + OA + AGPS-24DR (alcătuit din organe de afânare, freza cu rotoare verticale și semănătoarea pneumatică universală).

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alvaro-Fuentes J, Arrúe L., Gracia R., López M. V. (2008) - *Tillage and cropping intensification effects on soil aggregation: Temporal dynamics and controlling factors under semiarid conditions*. Geoderma, Vol. 145, Issues 3-4, 15;
- [2]. Canarache A. (1990) - *Fizica solurilor agricole*. Edit. Ceres, București;
- [3]. Carter M. (1994) - *Conservation Tillage in Temperate Agrosystems*. Lewis, Publishers, London, Tokyo, Japonia.
- [4]. Guș P., Rusu T., Bogdan I. (2003) - *Sisteme convenționale și neconvenționale de lucrare a solului*. Ed. Risoprint, Cluj-Napoca;
- [5]. Hoogmoed W.B. (2009) - *Conservation tillage and sustainable small farming: Introduction*. Soil and Tillage Research, Vol. 104, Issue 1;
- [6]. Horn R., Way T., Rostek J. (2001) - *Effect of repeated wheeling on stress/strain properties and ecological consequences in structured arable soils*. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal 1;
- [7]. Jităreanu G., Țenu I., Cojocaru P., Bria N., Cojocaru I., (2007) - *Tehnologii și mașini pentru mecanizarea lucrărilor în agricultura durabilă*. Ed. Ion Ionescu de la Brad, Iași, 296 p;
- [8]. Lal R., Stewart B.A., 1990 – *Soil degradation*. Springer Editord Verlag, New York.
- [9]. Shen J., Kushawa R.L. (1998) - *Soil-machine interaction: a finite perspective*. Dekker, New York
- [10]. Țenu I. și colab. (2011) – *Impact of agricultural traffic over the physical and mechanical properties of soil and over crop yield*. Lucrări Științifice, 54 (2), seria Agronomie.
- [11]. Vigier B., Raghavan G.S.V., 1980 – *Soil compaction effect in clay soils on common root rot in canning peas*. Can. Plant Disease Survez 60 (4): 43-45
- [12]. Wood R.K., Reeder, R.C., Morgan, M.T., Holmes, R.G. (1993) - *Soil physical properties as affected by grain cart traffic*. Trans. of ASAE, 36 (1): 11-15.

THE INFLUENCE OF METALLOGRAPHIC STRUCTURE OVER THE ATTRITION OF ACTIVE PARTS OF AGRICULTURAL EQUIPMENTS MADE FROM SINTERED IRON-BASED MATERIALS

ÎNCERCĂRI ALE UNOR MATERIALE SINTERIZATE PENTRU CONSTRUCȚIA ORGANELOR ACTIVE ALE MAȘINII DE PLANTAT RĂSADURI

Prof. PhD. Eng. Săracin I.¹⁾, Lect. PhD. Eng. Pandia O.²⁾, Assoc. Prof. PhD. Eng. Bozga I.²⁾

¹⁾University of Craiova, Faculty of Agriculture / Romania;

²⁾University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Bucharest / Romania;

E-mail: ion_saracin@yahoo.com

Abstract: This paper primarily deals with the soil action on the active parts of agricultural machines which are made from sintered iron-based materials. Five types of materials were obtained depending on the sintering technology applied for active organs containing the next structures: ferrite-pearlite-cementite, ferrite-pearlite-graphite-cementite, ferrite-pearlite-graphite, ferrite-pearlite, ferrite with graphite (free). The five types of materials used in active element construction were tested for the action of friction in contact with two types of soil and there was established the action of the soil by abrasive attrition over active active parts after a number of functioning cycles.

Keywords: wheat milling, grist, plansifter compartment, physical properties, grinding phase, reduction roller mill

INTRODUCTION

The multitude of factors and requests that should correspond with the pieces that work in slip friction conditions, without lubrication or with lubrication provided only by humidity at low levels, implicitly a wide and pretentious range of proprieties often contradictory, as well as their imposed requests, determine that a good material be the result of a compromise between contradictory tendencies and the problem of their optimization is very actual [1].

There is a close correlation between more physical and mechanical proprieties of the material in a certain tribological parameter and in the specialty literature the conditions requested by these are presented: compatibility, compliance, printing capability, fatigue resistance, corrosion resistance, hardness, thermal conductivity and friction coefficient [2].

The fatigue resistance represents the capacity of the material to resist at cyclic strains under the elastic limit and repeated variable stress without leading to crack or pores on its surface. The hardness of the material must be as much as high for the material to take important contact pressure [3, 4, 5, 6].

The choice of the most appropriate materials for their efficient usage and the increase of the functioning period imply the knowledge of multitude of problems related to work conditions, structure and proprieties of materials incorporated in the pieces.

Among the economic factors involved in the construction and operation of the pieces, an important place is occupied by material cost, along with reliability, functional performance, replacement and repair costs [4, 5].

The simultaneous fulfillment of these multiple conditions, arising from various conditions in which they operate, is not possible. Thus the solution optimization problem is raised under a set of given conditions that can be obtained by: choosing one of the known materials

Rezumat: Lucrarea analizează în principal modul de comportare la uzare a organelor active a masinilor agricole ce sunt realizate din materiale sinterizate pe baza de fier. În funcție de tehnologia de sinterizare aplicată pentru organele active au fost obținute 5 tipuri de materiale cu următoarele structuri metalografice: ferită-perlită-cementită, ferită-perlită-grafit-cementită, ferită-perlită-grafit, ferită-perlită, ferită cu grafit (liber). Cele 5 tipuri de materiale folosite în construcția organelor active au fost testate acțiunii forțelor de frecare în contact cu două tipuri de sol și s-a stabilit acțiunea solului prin uzură abrazivă asupra organelor active după un număr de cicluri de funcționare.

Cuvinte cheie: uzură, coeficient de frecare, materiale sinterizate, compoziția chimică, duritate

INTRODUCERE

Multitudinea factorilor și solicitărilor cărora trebuie să le corespundă piesele care lucrează în condiții de frecare cu alunecare, fără ungere, sau cu ungere asigurată numai de prezența umidității foarte mici, implicit o gamă largă și pretențioasă de proprietăți ce au adesea caracter contradictoriu, ca și solicitările ce le impun, astfel că un bun material este rezultatul unui compromis între tendințe contradictorii, iar problema optimizării lor este deosebită actualitate [1].

Există o strânsă corelație între mai multe proprietăți fizico-mecanice ale materialului și un anumit parametru tribologic, iar în literatura de specialitate principalele sunt prezentate condițiile cerute acestora și anume: compatibilitate, conformitate, capacitate de imprimare, capacitate de încărcare, rezistență la oboseală, rezistență la coroziune, duritate, conductivitate termică și coeficient de frecare [2].

Rezistența la oboseală constituie capacitatea materialului de a rezista la solicitări ciclice sub limita elastică, respectiv la solicitări variabile repetate, fără a conduce la apariția fisurilor sau a porilor pe suprafața sa. Duritatea materialului trebuie să fie cât mai ridicată pentru ca materialul să poată prelua importante presiuni de contact [3, 4, 5, 6].

Alegerea celor mai potrivite materiale în vederea utilizării lor cât mai eficiente, mărindu-le astfel perioada de funcționare, implică cunoașterea unui ansamblu de probleme legate de condițiile de lucru, structura și proprietățile materialelor încorporate în piesele respective.

Pentru factorii economici implicați în construcția și exploatarea pieselor un loc important îl ocupă și costul materialului, alături de fiabilitatea acestora, performanțele funcționale, costurile de înlocuire și reparații [4, 5].

Îndeplinirea simultană a multiplelor condiții, izvorâte din condițiile foarte variate în care funcționează piesele, nu este posibilă. Apare astfel problema optimizării soluției într-un complex de condiții date, care se poate obține prin: alegerea unuia dintre materialele cunoscute care să răspundă principalelor cerințe, dezavantajele lui

which meets the requirements, its disadvantages remaining within the acceptable limits [7]; modification by alloying of known materials properties in order to improve their properties and mitigate adverse ones; finding new materials through research and experimentation [8, 10]. There were proposed materials sintered from iron based metallic powders for producing the active parts of agricultural equipment. The products from sintered powders can be made from various materials and can weigh from several grams to hundreds of kilograms. The basic transformations of iron such as heating and cooling are accompanied by a significant thermal effect (absorption or release of heat).

MATERIAL AND METHOD

There were proposed materials sintered from iron based metallic powders for producing the active parts of agricultural equipment. The products from sintered powders can be made from various materials and can weigh from several grams to hundreds of kilograms. The basic transformations of iron such as heating and cooling are accompanied by a significant thermal effect (absorption or release of heat). Outside the critical temperature corresponding to the basic transformations at 768°C , the iron presents a magnetic transformation accompanied only by intra-atomic changes, the mutual distribution of atoms in the crystal lattice remaining unchanged.

After applying different sintering technologies and taking into account different maintaining periods several versions of metallographic structures were obtained and Figure 1 presents three metallographic structures obtained during sintering the carbonyl iron powder at different maintaining periods. From the analysis of different metallographic structures it can be observed that the basic constituent is ferrite in from of large particles, visible in the structure as a result of the re-crystallization phenomena.

rămânând în limite acceptabile [7]; modificarea prin aliere a proprietăților materialelor cunoscute în sensul îmbunătățirii lor și atenuării efectelor proprietăților defavorabile; găsirea de noi materiale prin cercetare și experimentare [8,9,10]. Pentru confecționarea organelor active a utilajelor agricole s-au propus s-au folosit materiale sinterizate din pulberi metalice pe bază de fier. Produsele din pulberi sinterizate se pot elabora din materiale diverse și pot avea masa de la câteva grame până la câteva sute de kilograme. Transformările de bază ale fierului, la încălzire și răcire, sunt însoțite de un însemnat efect termic (absorbțiune sau degajare de căldură).

MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru confecționarea organelor active a utilajelor agricole s-au propus s-au folosit materiale sinterizate din pulberi metalice pe bază de fier. Produsele din pulberi sinterizate se pot elabora din materiale diverse și pot avea masa de la câteva grame până la câteva sute de kilograme. Transformările de bază ale fierului, la încălzire și răcire, sunt însoțite de un însemnat efect termic (absorbțiune sau degajare de căldură). În afara temperaturilor critice care corespund transformărilor de bază la temperatura 768°C , fierul prezintă și o transformare magnetică care este însoțită numai de transformări intraatomice, distribuția reciprocă a atomilor în rețeaua cristalină rămânând neschimbată.

În urma aplicării diferitelor tehnologii de sinterizare avana în vedere diferiți timpi de menținere au fost obținute mai multe variante de structuri metalografice, iar în Figura 1 sunt prezentate trei structuri metalografice obținute în timpul sinterizării pulberii de fier carbonil la diferiți timpi de menținere. Din analiza structurilor metalografice se observa ca constituentul de baza este ferita sub forma unor graunți mari, vizibili în structură, ce apar ca urmare a fenomenelor de recristalizare.

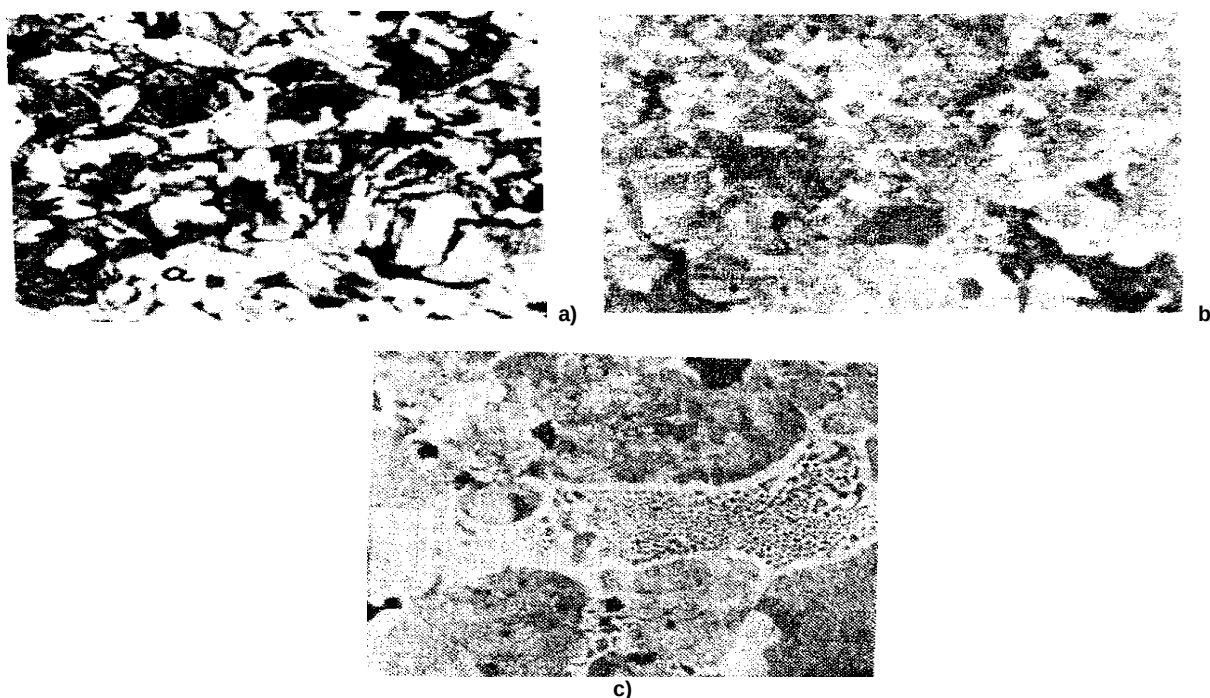


Fig. 1 – a) Microstructure of an iron piece with 0.5% C sintered in endothermic gas at 1120°C ($\times 400$; nital 2%) containing ferrite (a), perlite (b) and pores; b) Microstructure of an iron piece with 3.5% C sintered at 1090°C ($\times 200$; nital 2%); c) Microstructure of an iron piece with 3.5% C sintered at 1120°C in endothermic gas ($\times 500$; nital 2%), perlite, secondary cementite and ledeburite network

The introduction of graphite in iron determines obtaining sintered materials with different properties and

Introducerea grafitului în fier determină obținerea de materiale sinterizate cu diferite proprietăți și structuri.

structures. The structure of sintered materials iron-graphite can be adjusted in large limits. Different forms of structure can be obtained by varying chemical composition, temperature sintering time and cooling rate: ferrite with graphite (free); ferrite-pearlite; ferrite-pearlite-graphite; ferrite-pearlite-graphite-cementite; ferrite-pearlite-cementite etc.

The ferrite is the softest structural constituent of graphite-iron alloys, having a hardness HB between 80-100 and cementite is the toughest (72-75 HRC), but also very fragile. Lamellar pearlite has a high hardness, between 180-200 HB.

For the study of active parts and the elucidation of phenomena that occur during the contact between the metal surface of the active parts a tribological system was achieved whose structure is shown in Figure 1, which provides the main components involved in attrition: material properties and its shape, properties of the work environment, tribological interactions between the elements of the system (system status, type of attrition).

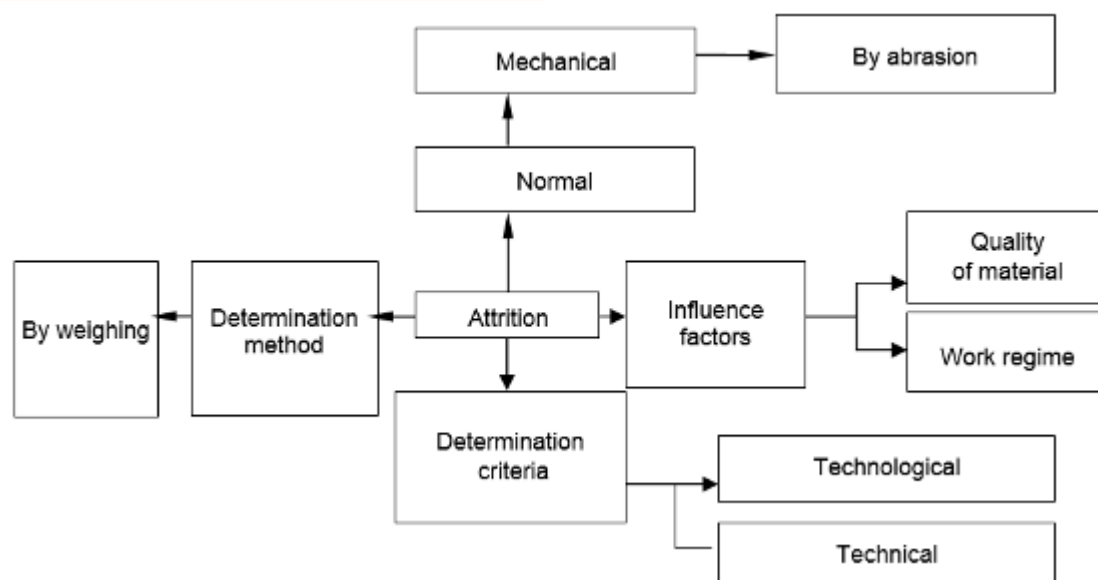


Fig. 2 – The structure of the tribological system for the study of friction and wear between active parts and soil

To calculate the friction, respectively the attrition of some surfaces that are in relative motion, the next relation was used:

$$N = (\gamma_R \cdot \tau_y) 2 \cdot 10^3 / \gamma_{max}^{-9} \quad (1)$$

Where:

γ_{max}^{-9} - is the (tangential) admissible unit effort size at shearing;

$\gamma_R \cdot \tau_y$ - the size of the unit effort to the null wear and is achieved in $2 \cdot 10^3$ passages.

The equipment for attrition test was projected for making the experimental research and its kinematic structure is presented in Figure 3.

During the design stage, there was taken into account the simulation as closely as in real conditions of functioning for the tribological system. Thus the designed working equipment has a kinematic structure formed from: electric engine, coupling, speed controller, fasteners of the body to be tested, tank with agitator and compaction cylinder

Structura materialelor sinterizate fier-grafit, poate fi reglată în limite largi. Prin variația compoziției chimice, temperaturii și timpului de sinterizare, a vitezei de răcire se pot obține diferite forme de structuri: ferită cu grafit (liber); ferită-perlită, ferită-perlită-grafit, ferită-perlită-grafit-cementită, ferită-perlită-cementită etc.

Ferita este constituentul structural cel mai moale al aliajelor fier grafit, având o duritate cuprinsă între 80-100 HB, iar cementita este cea mai dură 72-75 HRC, dar și foarte fragilă. Perlita lamelară are o duritate ridicată 180-200 HB.

Pentru studiul organelor active a utilajelor agricole, dar și pentru elucidarea fenomenelor care intervin în timpul contactului dintre suprafața metalică a organelor active a fost realizat un sistem tribologic a cărei structură este prezentată în Figura 2 în unde sunt specificate principalele componente participante la uzură: proprietățile materialului și forma acestuia, proprietățile mediului de lucru, interacțiunile tribologice între elementele sistemului (starea sistemului, felul uzurii).

Pentru calculul frecării, respectiv a uzurii unor suprafețe aflate în mișcare relativă au fost folosite relații:

În care:

γ_{max}^{-9} - este mărimea efortului unitar la forfecare (tangențial) admisibil;

$\gamma_R \cdot \tau_y$ - mărimea efortului unitar la uzură nulă și se atinge în $2 \cdot 10^3$ treceri.

De asemenea, pentru realizarea cercetărilor experimentale a fost proiectat un echipament pentru încercare la uzura a cărui structură cinematică este prezentată în Figura 3.

În etapa de proiectare s-a avut în vedere faptul că echipamentul să reproducă cât mai fidel condițiile reale de funcționare al sistemului tribologic. Astfel echipamentul de lucru proiectat are o structură cinematică formată din: motor electric, cuplaj, variator de turație, sistem de prindere a organului de încercat, cuvă de sol cu agitator și cilindru de compactare.

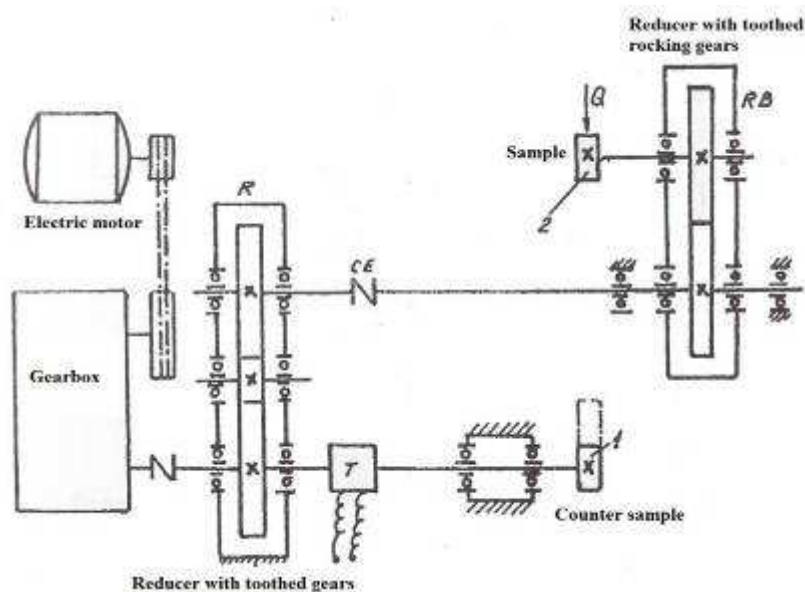


Fig. 3 – Equipment for attrition testing

RESULTS

The experimental researches were made in the laboratory using the projected equipment by using five types of sintered materials with different metallographic structures: ferrite-pearlite-cementite, ferrite-pearlite-graphite-cementite, ferrite-pearlite-graphite, ferrite-pearlite, ferrite with graphite (free). The five types of materials which were used for confectioning the active parts were tested to attrition for two types of soil that was introduced in parallelepiped-shaped boxes with dimensions of 1000×500×400. The soil that were used were clayey-illuvial chernozem and psamosoil. The clayey-illuvial chernozem in the box was artificially tapped until achieving an apparent density of 1.31 d / cm³. The psamosoil in the second box was artificially tapped to obtain an apparent density of 1.20 g/cm³.

During the tests the boxes were moved to the position of the active element at a speed of 0.5 m / min. After each operating cycle the artificial density was rebuilt.

Table 1 presents the attrition values of active parts of agricultural equipment made from the five types of materials for the clayey-illuvial chernozem soil. The attrition was measured after certain cycles of attrition stress (6 000, 12 000, 18 000 and 24 000). After research, the lowest wear was found for an active element made from sintered material from ferrite-pearlite-cementite.

REZULTATE

Cercetările experimentale au fost efectuate în laborator folosind echipamentul proiectat prin folosirea a 5 tipuri de materiale sinterizate cu diferite structuri metalografice: ferită-perlită-cementită, ferită-perlită-grafit-cementită, ferită-perlită-grafit, ferită-perlită, ferită cu grafit (liber). Cele 5 tipuri de materiale din care au fost confectionate organele active au fost testate la uzura pentru doua tipuri de sol ce a fost introdus incasete de formă paralelipedică, cu dimensiunile: 1000×500×400. Solurile folosite a fost unul de tipul cernoziom argiloiluvial, iar cealalt cu psamosol. Solul cernoziom argiloiluvial din casetă a fost tasat artificial până la obținerea unei densități aparente de 1,31 d/cm³. Psamosolul din cea de-a doua casetă a fost tasat artificial până la obținerea densității aparente de 1,20 g/cm³.

În timpul încercărilor casetele cu sol au fost deplasate față de poziția organului activ cu viteza de 0,5 m/min. După fiecare ciclu de funcționare stabilit a fost refăcută artificial densității aparente.

În Tabelul 1 sunt prezentate valorile de uzura a organelor active ale utilajelor agricole realizate din cele 5 tipuri de materiale pentru solul de tipul cernoziom argiloiluvial. Uzura a fost masurata dupa anumite cicluri de solicitare la uzură și anume 6 000, 12 000, 18 000 respectiv 24 000. In urma cercetarilor efectuate s-a constatat că cea mai mică uzură o are organul activ construit dintr-un material sinterizat din ferită-perlită-cementită.

Table 1

The determination of cups attrition on a clayey-illuvial soil						
Material	Soil type	Apparent density [g/cm³]	Number of functional cycles			
			6 000	12 000	18 000	24 000
			The difference of masses [g]			
1.	Clayey-illuvial chernozem	1,27 – 1,35	0.001	0.011	0.015	0.018
2.			0.001	0.009	0.012	0.016
3.			0.001	0.008	0.011	0.015
4.			0.001	0.009	0.011	0.017
5.			0.001	0.008	0.012	0.016

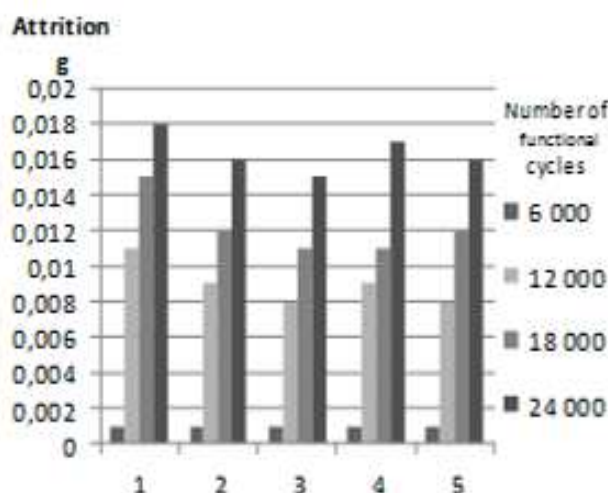


Fig. 4 – The cups wear in the conditions of the soil working on clayey-illuvial chernozem soil – with the apparent density of 1.27-1.35 [g/cm³]
1 - ferrite-pearlite-cementite 2 - ferrite-pearlite cementite-graphite 3 - ferrite-pearlite, graphite, 4 - ferrite-pearlite, 5 - ferrite graphite (free)

Table 2 presents the attrition values for active parts of agricultural equipment made from the five types of materials for psamosoil. The attrition was measured after certain cycles of attrition stress (6000, 12000, 18000 and 24000). After research, the lowest attrition was found for an active element made from sintered material from ferrite-pearlite-cementite.

În Tabelul 2 sunt prezentate valorile de uzura a organelor active ale utilajelor agricole realizate din cele 5 tipuri de materiale pentru solul de tipul psamosol. Uzura a fost măsurată după anumite cicluri de solicitare la uzură și anume 6000, 12 000, 18000 respectiv 24000. În urma cercetărilor efectuate s-a constatat că cea mai mică uzură o are organul activ construit dintr-un material sinterizat din ferită-perlită-cementită.

Table 2

The determination of cups attrition on a psamosoil						
Material	Soil type	Apparent density / g/cm ³	Number of functional cycles			
			6 000	12 000	18 000	24 000
			The difference of masses [g]			
1.	Psamosoil	1,12 – 1.21	0,015	0,016	0,021	0,024
2.			0,015	0,014	0,018	0,022
3.			0,015	0,013	0,017	0,021
4.			0,015	0,014	0,017	0,023
5.			0,015	0,013	0,018	0,022

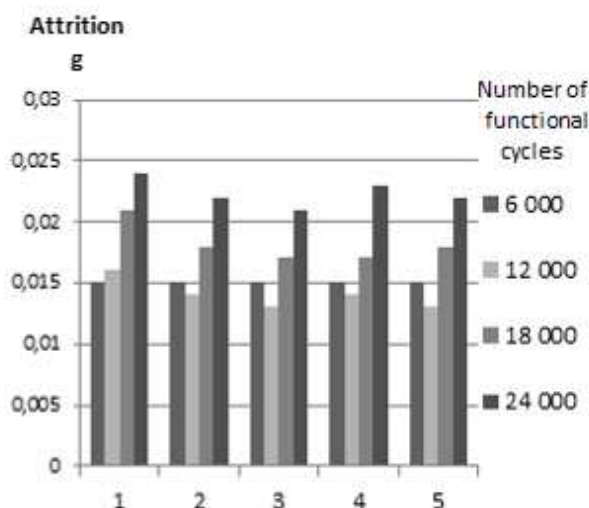


Fig. 5 – The wear of cups under the operating conditions on a psamosoil with an apparent density from 1.12 to 1.21 g / cm³. 1 - ferrite-pearlite-cementite 2 - ferrite-pearlite cementite-graphite 3 - ferrite-pearlite, graphite, 4 - ferrite-pearlite, 5 - ferrite graphite (free).

CONCLUSIONS

The next conclusions were made after the research:

- the attrition of active parts depends on the soil type, the apparent density and the granulometric composition, establishing that the highest attrition

CONCLUZII

În urma cecetărilor efectuate au rezultat următoarele:

- uzura organelor active depinde tipul solului respective de densitatea aparentă și de compoziția granulometrică, constatandu-se ca uzura cea mai

appears for the active parts used for processing clayey-illuvial chernozem soil type with the apparent density of 1.27-1.35 g/cm³;

- the most resistant material at attrition by abrasion after 24 000 cycles of functioning was sintering material of type 1 which has its metallographic structure formed from ferrite, pearlite and cementite.

REFERENCES

- [1]. Alexandru I. and colab. (1997) - *The choice and utilization of metallic materials*, Didactical and Pedagogical Publishing, Bucharest;
- [2]. Covici L. and colab. (1991) - *The study of metallic materials*, Laborator Guideline, Galați;
- [3]. Florea Gh. și colab. (2001) - *Tribological characterization of alloys*, Science and Materials Engineering Conference, Vol. I, Brașov;
- [4]. Kuksenova L.I. (1988) - *Metallic materials resistant to attrition*, Technologies, quality, machines, material, No. 3, Techincal Publishing, Bucharest;
- [5]. Manea Gh. (1970) - *Machine organs*, Vol. I, Technical Publishing, Bucharest;
- [6]. Paraschiv G., Dobrotaă D. (2014) - *Research on deformations which appear in within the metal structures of mining equipment*, Metallurgy, vol. 53 (4), p. 657-660;
- [7]. Pavelescu D. și colab. (1987) - *Tribology*, Didactical and Pedagogical Publishing Bucharest;
- [8]. Protopopescu H. (1983) - *Metallography and thermic treatments*, Didactical and Pedagogical Publishing Bucharest;
- [9]. Surdeanu T., Perneș M. (1984) - *Sintered pieces from metallic powders*, Technical Publishing, Bucharest;
- [10]. Ștefănescu F. (1995) - *Metallic composites*, Matrixrom Publishing, Bucharest;
- [11]. *** STAS 12877-90 - *A method for determining the friction coefficient and attrition speed of metallic materials*, National Standard.

mare apare in cazul organelor active folosite la prelucrarea solului de tipul cernoziom – argiloiluvial cu densitatea aparentă 1,27 -1,35 g/cm³;

- in urma încercărilor după 24.000 de cicluri de funcționare, materialul cel mai rezistent la uzura prin abraziune a fost materialul sinterizat de tipul1 ce are structura metalografica formata din ferită, perlită si cementită.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alexandru I. and colab. (1997) – *Alegerea și utilizarea materialelor metalice*, Editura Didactică și Pedagogică București;
- [2]. Covici L. and colab. (1991) - *Studiul materialelor metalice*, Ghid de I, Galați;
- [3]. Florea Gh. și colab. (2001) – *Caracterizarea tribologică a aliajelor*, Conferința de Știința și Ingineria Materialelor, Vol. I, Brașov;
- [4]. Kuksenova L.I. (1988) – *Materiale metalice rezistente la uzură*, Tehnologii, calitate, mașini, material, nr. 3, Editura Tehnică București;
- [5]. Manea Gh. (1970) – *Organe de Mașini*, vol. I, Editura Tehnică București;
- [6]. Paraschiv G., Dobrotaă D. (2014) - *Cercetări privind deformările care apar în cadrul structurilor metalice ale echipamentelor pentru minerit*, Metallurgia, vol. 53 (4), p. 657-660;
- [7]. Pavelescu D. și colab. (1987) - *Tribologie*, Editura Didactică și Pedagogică București;
- [8]. Protopopescu H. (1983) – *Metalografie și tratamente termice*, Editura Didactică și Pedagogică București;
- [9]. Surdeanu T., Perneș M. (1984) - *Piese sinterizate din pulberi metalice*, Editura Tehnică București;
- [10]. Ștefănescu F. (1995) - *Compozite Metalice*, Editura Matrixrom, Bucharest;
- [11]. *** STAS 12877-90 - *O metodă de determinare a coeficientului de frecare si viteza uzură a materialelor metalice*, Standard Național.

THE EGYPTIAN EXPERIENCE WITH THE PRODUCTION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT SPARE PARTS FROM AUSTEMPERED DUCTILE IRON (ADI)

EXPERIENȚA EGIPTEANĂ PRIVIND PRODUCEREA DE PARTI COMPONENTE ALE ECHIPAMENTELOR AGRICOLE DIN FONTA DUCTILĂ AUSTENITICĂ (ADI)

Prof. Adel Nofal¹⁾, Dr. Hesham Farag²⁾

¹⁾Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI), Cairo / Egypt; ²⁾Agricultural Engineering Research Institute (AENRI), Cairo / Egypt
E-mail: ¹⁾adelnofal@hotmail.com; ²⁾heshamfaragarc@hotmail.com

Abstract: The ambitious plans of the Egyptian Government for more extensive mechanization of Agricultural is necessarily related to increased demand of high performance consumable spare parts of enhanced properties, particularly the wear resistance. This property is of special concern because of the abrasive nature of soil and rocks, with which these parts are in permanent contact. The Egyptian market still largely depends either on import or local supply, which very often lacks the rational selection of the proper alloys, suitable to meet the demanding properties of those consumables. This project, which is a collaborative initiative between the Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI) and the Agricultural Engineering Research Institute (AENRI), aims at introducing the production technology of agricultural spare parts from advanced iron castings with enhanced wear resistance, such as the austempered ductile iron (ADI). In the last two decades, the revolutionary material, the austempered ductile iron (ADI) with its unique combination of strength, abrasion resistance, toughness, noise and vibration dampening capacity as well as machinability has been finding new applications in various sectors of agricultural applications as a replacement to conventional materials such as cast and forged steels with cost and weight savings. The two project partners have selected, based on an extensive market survey, demonstrator parts representing significant weight of imports, to be the object of this research. CMRDI developed the production technology of those parts at its rather well equipped pilot foundry and heat treatment facilities. The microstructural features of the produced parts were investigated and correlated to the abrasion resistance of plow blades and gears produced from different grades of ADI. The Prototype castings have been subjected to field assessment and their performance will be compared to imported components manufactured from conventional alloys such as steel castings and forgings. The results of the performance tests, however, will be reported in a second part of this paper, to be published later as the short time elapsed since those components have been in service does not allow a fair comparison.

Keywords: agricultural components, plough blades, austempered, microstructure, hardness, wear resistance

INTRODUCTION

With the ambitious plans of the Egyptian Ministry of Agriculture for more mechanization of agricultural operations, the needs for local production of spare parts and consumables required for the continuous operation of agricultural equipment become more and more pronounced. The properties requirements of those spare parts vary with the application of the part in different conditions and should have various combinations of wear resistance, impact toughness as well as fatigue properties, depending on the nature of the soil and agricultural products to be processed.

الملخص العربي

تتبنى الحكومة المصرية في الوقت الحاضر خططا طموحة لتعميق الميكنة الزراعية وهي خطط تعتمد بالضرورة على توفير قطع الغيار عالية الأداء ذات خواص متفوقة وخصوصا مقاومة البري الناتج من احتكاك تلك الأجزاء بصورة مستمرة مع الأنواع المختلفة من التربة سواء منها الرملية أو الطينية أو الصخرية و هذه الأنواع تتفاوت في تأثيرها على أدوات الحفر فبينما تحتاج التربة الرملية إلى مقاومة عالية للبري نجد أن مثيلتها الصخرية تستلزم مقاومة عالية للكسر.

و على مدى العقود الثلاث الماضية تم تطوير سبائك الزهر المرن بعملية معالجة حرارية بسيطة أدت إلى ظهور رتبة جديدة من الزهر المرن عالي المتانة يعرف بسبيكة ADI و هي سبيكة تمتاز بمجموعة فريدة من خواص القوى و المتانة و مقاومة البري و إجهادات الكلال و القدرة على تخميد الضوضاء و الاهتزازات علاوة على قابلية معقولة للتشغيل على الماكينات مما جعل هذه السبيكة تحل بصورة متزايدة محل مسبوكات و مطروقات الصلب في العديد من التطبيقات الصناعية و الزراعية مما يؤدي بالضرورة إلى خفض في تكاليف و أوزان الأجزاء المصنعة من تلك السبيكة.

و يتناول الجزء الأول من هذا البحث تجربة بعض الشركات العالمية العملاقة المنتجة للمعدات الزراعية مثل جون ديري و تراوكس و غيرها في استخدام سبيكة ADI لتصنيع المعدات الزراعية و مكوناتها التي تعمل في تحريك التربة و التي تعتبر من أكثر الأجزاء صعوبة في التصميم نظرا لأنها تعمل باستمرار تحت ظروف قاسية من البري و التآكل الميكانيكي.

أما الجزء الثاني من هذا البحث فيتناول النتائج الأولية لمشروع بحثي تطبيقي يتم حاليا تنفيذه بواسطة معهد بحوث الهندسة الزراعية التابع لمركز البحوث الزراعية المصري بالإشتراك مع مركز بحوث و تطوير الفلزات التابع لوزارة البحث العلمي المصرية و ذلك بهدف الاستفادة من الخبرات المتراكمة في مركز بحوث الفلزات لتصنيع النماذج الأولية من مسبوكات الزهر المرن عالي المتانة كبديل للمكونات المصنعة من السبائك التقليدية مثل مسبوكات و مطروقات الصلب و عرض تأثير ذلك على أداء تلك المكونات في المجالات المختلفة للهندسة الزراعية.

و قد أوضحت النتائج العملية الأولية أن استخدام سبيكة ADI قد أدى لزيادة ملحوظة في عمر الأجزاء المعرضة للبري مثل أسلحة المحاريت كنتيجة لمقاومتها المتميزة للبري و بالتالي إختصار الزمن اللازم لتغيير تلك المكونات تحت ظروف العمل الفعلية، كما أوضحت النتائج أهمية اختيار رتب ADI المختلفة بما لها من خواص متباينة من مقاومة البري

و مقاومة الكسر عند تشغيلها تحت ظروف مختلفة من التربة.

INTRODUCERE

Odata cu planurile ambițioase ale Ministerului Egiptean al Agriculturii, pentru o mecanizare mai amplă a lucrărilor agricole, nevoile pietei locale de producție a pieselor de schimb și consumabile necesare pentru funcționarea continuă a echipamentelor agricole devin tot mai pronunțate. Cerințele impuse de proprietățile acestor piese de schimb variază în funcție de utilizarea piesei în condiții diferite și ar trebui să aibă diverse combinații de rezistență la uzură, rezistență de impact, precum și proprietăți de oboseală, în funcție de natura solului și produsele agricole care trebuie prelucrate.

Over the past years, millions of dollars have been spent to make those parts available through import. Modest trials have as well been made to locally manufacture those parts, but unfortunately, the selection of materials used for the manufacturing process was very often far from being optimum. This resulted in too high rate of wear of these parts with the consequent result of stoppage times of the earth moving or harvesting machines, both would imply excessive economic losses.

Realizing the importance of collaboration between the scientists working in both agricultural engineering as well as material selection and processing, both the Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI) of the Egyptian Ministry of Scientific Research and the Agricultural Engineering Research Centre (AEnRI) of the Egyptian Ministry of Agriculture took the initiative of conducting a research project aiming at introducing the available knowledge and experience accumulated at CMRDI about manufacturing of advanced grades of iron castings for agricultural engineering applications. The project is supposed to create awareness of the capabilities and unique properties of ADI among the agricultural engineering community in Egypt. This would consequently lead to the enhancement of the economical indices of the ground engineering operations through increase of life time, decrease of wear rate of moving parts as well as minimizing the idle times needed to replace those parts.

Several developments have occurred in the past few years regarding the use of advanced iron castings, such as austempered irons in the agricultural industry. Farmers, component designers, agricultural equipment manufacturers and after market agricultural component suppliers all have found unique, cost-effective use for austempered iron components. In addition to the austempered ductile iron (ADI), carbide austempered ductile iron (CADI) increasingly have found applications in agricultural equipment and component applications as will be explained later.

MATERIAL AND METHOD

Austempered ductile iron (ADI) is a relatively a new engineering material with exceptional combination of strength, ductility, wear resistance, fatigue strength and machinability. This material has, therefore, marked potential for numerous applications in automotive, agricultural, earthmoving, mining, construction as well as military applications [1].

Since the announcement of the first production of ADI in the late decades of the last century, a worldwide explosion in research started [2], which provided a sound foundation for expanding the production of this prospective material in many industrialized countries during the 1990's and beyond. By the turn of the century, the ADI market had begun to rapidly accelerate from a modest beginning in the early 1970's to an estimated worldwide production level of 700,000 tons/year by the end of this year 2014.

The unique advantage of ADI could be realized by a glance at Fig. (1) [3]. If the cost per unit of yield strength of different engineering materials is compared, ADI is the best economic choice. If the material weights required to give unit yield strength are compared, ADI is the lightest and can compete successfully with lightweight alloys.

În ultimii ani, milioane de dolari au fost cheltuiti pentru a face acele piese de schimb disponibile prin import. Încercări modeste au fost de asemenea realizate la fabrica locală, dar, din păcate, alegerea materialelor utilizate în procesul de fabricație a fost de foarte multe ori departe de a fi optimă. Acest lucru a dus la o rată prea mare a uzurii componentelor rezultând în oprirea mașinilor de arat sau de recoltat în timpul procesului de lucru, ambele putând implica pierderi economice excesive.

Realizând importanța colaborării dintre oamenii de știință care lucrează atât în inginerie agricolă, precum și selecția materialelor și prelucrarea lor, atât Institutul Central de R & D în metalurgie (CMRDI) din cadrul Ministerului Egiptean de Cercetare Științifică și Centrul de Cercetare de Inginerie Agricolă (AEnRI) din cadrul Ministerului Egiptean Agriculturii au luat inițiativa de a conduce un proiect de cercetare care vizează introducerea de cunoștințe disponibile și experiența acumulate în CMRDI despre producerea de grade avansate de fontă pentru aplicații de inginerie agricole. Proiectul ar trebui să creeze conștientizarea capacităților și proprietățile unice ale ADI în rândul comunității de inginerie agricolă în Egipt. Acest lucru ar duce, prin urmare, la creșterea indicilor economici ai operațiunilor ce implica tehnologii de prelucrare a solului prin creșterea timpului de viață, scăderea ratei de uzură a pieselor în mișcare, precum și minimizarea timpilor de mers în gol necesari pentru a înlocui aceste componente.

O serie de evoluții au avut loc în ultimii ani în ceea ce privește utilizarea de piese turnate din fontă avansate, cum ar fi metale procesate termic utilizate în industria agricolă. Fermierii, proiectanții, producătorii de echipamente agricole și furnizorii de componente agricole pe piața pieselor de schimb, toți au găsit, utilizări unice, eficiente din punct de vedere al costului pentru componente din austenită. În plus față de fontă ductilă austenitică (ADI), aplicațiile cu fontă ductilă carbida austenitică (CADI) și-au găsit aplicații pe echipamentele agricole dar și în componentele de schimb cum va fi explicat ulterior.

MATERIAL ȘI METODĂ

Fonta ductilă austenitică (ADI) este un material relativ nou în inginerie cu o combinație excepțională de rezistență, ductilitate, rezistența la uzura, rezistență la oboseală și prelucrabilitate. Acest material, are, prin urmare, un potențial important pentru numeroase aplicații în industria auto, agricolă, terasamente, minerit, construcții, precum și aplicații militare [1].

De la anunțul primei producții de ADI la sfârșitul secolului trecut, o explozie, la nivel mondial, în cercetare a început [2], și a oferit o bază solidă pentru extinderea producerii acestui material cu potențial în multe țări industrializate în anii 1990 și după. Până la începutul secolului, piața ADI a început să accelereze rapid de la un început modest la începutul anilor 1970 la un nivel estimat de producție la nivel mondial de 700.000 tone / an, până la sfârșitul anului acestuia 2014.

Avantajul unic al ADI poate fi dedus aruncând o privire în fig. (1) [3]. În cazul în care costul pe unitate de limită curgere a diferitelor materiale este comparat, ADI este cea mai bună alegere din punct de vedere economic. În cazul în care greutatea materialului necesar pentru unitate de curgere sunt comparate, ADI este cel mai ușor și poate concura cu succes cu aliaje usoare.

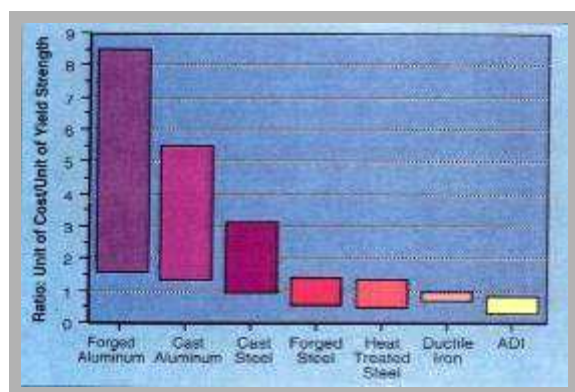


Fig. 1-a Comparison of the cost per unit of yield strength for different materials

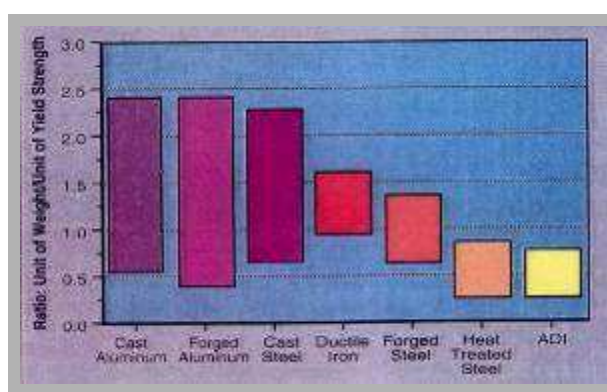


Fig. 1-b Comparison of the weight per unit of yield strength for different materials

ADI is produced by austempering a ductile iron (spheroidal graphite iron) material to produce an ausferritic matrix. The spheroidal graphite "nodules" in ductile iron allow engineers to fully exploit the high strength and toughness of ausferrite, as they do not reduce the toughness of the iron like graphite flakes or large carbides in gray iron. ADI is about 10% less dense than steel due to the presence of these graphite nodules. Table 1 shows the properties of the ADI grades specified in ASTM A897/A897M-06.

Engineers and designers have learned that ductile iron can be easily cast into complex shapes. By subsequently austempering these castings, they can exhibit a strength-to-weight ratio comparable to heat treated steel or aluminum. This allows designers to create one-piece designs that might have been previously assembled from multiple forgings, castings, extrusions, welding or stampings.

ADI este produs prin procesarea termică a unei fonte ductilă (fontă cu grafit nodular) material folosit pentru a produce o matrice ausferritică. "Nodulii" de grafit sferoidal din fontă ductilă permit inginerilor să exploateze pe deplin puterea mare și duritatea de austenizare, deoarece acestea nu reduc duritatea fierului cum ar fi fulgi de grafit sau carburi mari din fontă cenușie. ADI este de aproximativ 10% mai puțin densă decât oțelul datorită prezenței acestor moduli de grafit. Tabelul 1 prezintă proprietățile claselor ADI specificate în ASTM A897 / A897M-06.

Inginerii și designerii au învățat că fontă ductilă poate fi ușor turnat în forme complexe. Prin austenificare ulterioară a acestor piese turnate, ei pot prezenta un raport rezistență-greutate comparabil cu oțelul tratat termic sau cu aluminiul. Acest lucru permite proiectanților să conceapă desene ale unei piese, care ar fi putut fi asamblate în prealabil din mai multe piese forjate, piese turnate, extrudate, sudate sau stantate.

Table 1

Minimum properties of the six ADI grades specified in ASTM A897/A897M-06

Tensile Strength [MPa/ksi]	Yield Strength [MPa/ksi]	Elongation [%]	Typical Hardness HB _w
750/110	500/70	11	241-302
900/130	550/90	9	269-341
1050/150	750/110	7	302-375
1200/175	850/125	4	341-444
1400/200	1100/155	2	388-477
1600/230	1300/185	1	402-512

ADI's microstructure contains carbon-stabilized austenite that is thermally stable but, when acted upon by a high, normal force, transforms locally to untempered martensite nested in a ferritic matrix. This increases the surface micro-hardness, giving ADI an abrasive wear resistance that exceeds that implied by its bulk hardness, and making it ideal for many agricultural applications.

In certain angular and rocky soils, ADI plow points, boots and plow shins have been reported by farmers to wear more slowly than hard-face welded and high-chrome wear resistant irons. In other, less aggressive soils, ADI does not perform as well.

Microstructura ADI conține austenita-stabilizată cu carbon, care este stabil termic, dar, atunci când este acționat de o forță mare, normală, se transformă la nivel local în martensita necalită încapsulată într-o matrice feritică. Acest lucru crește micro-duritatea de suprafață micro-duritate, oferind ADI o rezistență la uzura abrazivă, care o depășește pe cea implicată de duritatea sa de masă, și făcându-l ideal pentru multe aplicații agricole. În anumite soluri unghiulare și stâncoase, punctele plugului din ADI se uzează mult mai încet decât celelalte pluguri din materiale rezistente la uzură. În alte soluri, mai puțin agresive, ADI nu funcționează la fel de bine.



Fig. 2 - a) a one-piece ADI main drive wheel replaced an 84-piece steel welded and assembled component in the Toro Dingo TX; **b)** typical ADI plow point in production for more than 25 years; **c)** grain deflector for a harvesting combine is produced in ADI to stand up to abrasive grain flow; **d)** Australian farmers have utilized ADI Mitch Tips since the 1990s [4]

Many types of wheeled agricultural and construction equipment are being converted to rubber tracks for increased versatility and lower weight, cost and soil compaction. In one application, the Toro Dingo TX 413 (Fig. 2-a), the main drive wheel consisted of an 84-piece welded and bolted steel assembly. Engineers at Toro and Smith Foundry, Minneapolis, collaborated to create a one-piece ADI design that proved to be lower in cost and more durable. Because 84 pieces of steel were replaced with one green sand ADI casting, the wheel reliability was improved by eliminating the variability in cutting, stamping, drilling, bolting and welding the components together.

The earliest agricultural applications of ADI were simple aftermarket plow points and wear shins. Fig. 2-b shows a typical ADI plow point that has been in production for more than 25 years. These through-hardened ADI ground engaging parts replace hardened and hard-faced welded steel components at a competitive price.

Harvesting machines present their own set of challenges to the designer, and the advent of rotary designs has created new opportunities for castings. Many grain rasps, deflectors and other parts used to separate and convey grain within harvesters have been converted to ADI. The complex shape shown in Fig. 2-c would be difficult to produce by any other method than casting. The wear resistance offered by ADI allows it to stand up to abrasive grain flow.

Australian farmers have utilized the prize-winning MitchTip design since the 1990s (Fig. 2d). This proprietary ADI design utilizes impacted soil to extend the life of the tip.

ADI also is used in powertrain and sprocket-driven applications. John Deere utilizes an ADI adjuster sprocket on one of its harvesters as a cost effective alternative to a steel sprocket.

Agricultural components must often withstand impact loading and the abrasive wear characteristics of sandy and/or wet grass, stalks and organic material.

Multe tipuri de utilaje agricole cu roți și de echipament de construcții sunt transformate în piese de cauciuc pentru versatilitate sporită și greutate redusă, costuri mai mici și compactarea solului scăzută. Într-o aplicație, Toro Dingo TX 413 (Fig. 2-a), roata de acționare principală a constă dintr-un ansamblu de oțel sudat și șuruburi, 84 piese. Inginerii de la Toro și Turnatorie Smith, Minneapolis, au colaborat pentru a crea o singură bucată ADI design care s-a dovedit a fi mai puțin costisitoare și mai durabilă. Pentru că 84 de piese de oțel au fost înlocuite cu o singură piesă turnată în nisip verde ADI, fiabilitatea roții a fost îmbunătățită prin eliminarea variabilității de tăiere, ștanțare, forare, bolțuire și sudarea componentelor împreună.

Cele mai vechi aplicații agricole ale ADI-ului sunt înlocuirea pieselor de schimb cu uzură ridicată a plugului. Fig. 2-b arată un punct de plug ADI tipic, care a fost în producție pentru mai mult de 25 de ani. Aceste componente, din ADI călit, de angrenare a solului au înlocuit componentele din oțel prelucrate termic și sudate datorită pretului competitiv.

Utilajele de recoltare prezintă propriul set de provocări pentru designer, și apariția de modele rotative a creat noi oportunități pentru piese turnate. Multe tobe de cereale, deflectoare și alte părți utilizate pentru a separa și a transporta cerealele de-a lungul combinei au fost convertite în ADI. Forma complexă prezentată în Fig. 2-c ar fi dificil de obținut prin orice altă metodă decât turnarea. Rezistența la uzură oferite de ADI îi permite să se ridice la fluxul abraziv al granulelor.

Fermierii australieni au folosit designul MitchTip premiat începând cu anii 1990 (Fig. 2-d). Acest design cu proprietăți ADI utilizează solul afectat pentru a prelungi durata de viață a vârfului.

ADI, de asemenea, este utilizat în sistemul de propulsie și aplicații acționate de pinion. John Deere utilizează un regulator de pinion ADI pe una din combinele sale de recoltare ca o alternativă rentabilă la un pinion oțel.

Componentele agricole trebuie să reziste de multe ori la impactul de încărcare și la caracteristicile de uzură abrazive de nisip și / sau de iarbă umedă, tulpini și material organic.

The steel fabrication did not hold up to the rigors of the harsh, wilderness terrain in either wear resistance, or strict seed flow-through parameters. The steel welding wore through after only 500 acres of planting necessitating an expensive and time consuming field replacement. The welded design also lacked the smooth, internal transitions needed for precise seed flow.

The redesigned ADI casting (shown installed on the planter in Figure 4) meets Truax's difficult requirements while posting a 15% reduction in part weight, cutting the manufacturing lead time in half (from six weeks to three weeks), better than doubling the life of the boot, and reducing the part cost by more than 65%. This conversion won Smith Foundry and Truax the 2007 Engineered Casting Solutions / American Foundry Society Casting of the Year Award.

Componenta fabricată din oțel nu a rezistat la condițiile dure ale terenului sălbatic, nici în rezistență sau parametrii stricți de uzură ai fluxului continuu de semințe. Ansamblul purtat din oțel sudat după numai 500 de acri de plantare necesită o înlocuire costisitoare și consumatoare de timp. Designului sudat îi lipsea, de asemenea, o tranziție lină internă, necesară pentru un debit precis de semințe.

Reproiectarea componentei turnate din ADI (Figura 4). Componenta instalată pe echipament îndeplinește cerințele dificile celor de la Turax în timp ce reduce greutatea cu 15% și reduce timpul de producție la jumătate (de la 6 săptămâni la 3 săptămâni), dublându-se astfel durata de viață și reducând costurile de fabricație cu 65%. Aceasta conversie le-a câștigat celor de la turnatoria Smith și Turax premiul "Engineered Casting Solutions / American Foundry Society Casting of the Year Award" în 2007



a)



b)

Fig. 3 - a) a seed boot constructed of welded steel; **(b)** ADI casting that replaced it as a cost and weight reduction



Fig. 4 - The Truax Rangeland Planter Boot installed on the planter

Carbide Austempered Iron (CADI)

CADI is produced by the introduction of carbides into the cast iron matrix during the casting process. The iron is subsequently austempered in a manner that produces a controlled percentage of carbides in an ausferritic matrix. CADI was introduced in 1991 to produce components with better wear resistance than ADI with a price and performance competitive with abrasion resistant irons but with a modicum of impact strength [5].

CADI also may be produced by mechanically introducing carbides into a casting cavity prior to the introduction of molten metal. The subsequent austempering of the component does not affect the cast-in carbides. Another version of CADI can be produced by casting a part as ductile iron, hard-face welding a locality on the part and then subsequently austempering it, leaving the carbide hard-face weld unaltered while producing a base matrix of ausferrite.

Fonta ductilă carbidică austenitică (CADI)

CADI este produs prin introducerea de carburi în matricea din fontă în timpul procesului de turnare. Fierul este ulterior austenificat într-o manieră care produce un procent controlat de carburi într-o matrice ausferritică. CADI a fost introdus în 1991 pentru a produce componente cu o rezistență mai bună la uzură decât ADI cu un preț și performanțe și mai competitive, rezistente la eroziune cu o forță de impact modică [5].

CADI de asemenea, poate fi produsă prin introducerea mecanică a carburilor în cavitatea de turnare înainte de introducerea metalului topit. Austenificarea ulterioară a componentei nu afectează carburile turnate. O altă versiune a CADI poate fi produsă prin turnarea unei părți ca fonta ductilă, sudând local componenta și ulterior austenificarea acesteia, lăsând partea cu carburi sudată nealterată producând astfel o bază a matricii de austenificare.

The first commercial application of CADI was introduced in 1991. A small agricultural implement manufacturer then using ADI needed more wear resistance on a fully-supported plow point (Fig. 5). The manufacturer, Carroll Agricultural, worked with G&C Foundry Co., Sandusky, Ohio, and an austempered iron consultant to develop a casting process to produce an as-cast iron matrix containing mixed spheroidal graphite and carbides. The carbides were subsequently partially dissolved during austenitizing. The material was then austempered. The resulting wear resistance was suitable for the customer's application, and the parts exhibited adequate toughness to survive impacts with stones [4].

Figure 6 shows the John Deere Laser-Rip ripper points, which utilize CADI for wear resistance and toughness in highly abrasive, rocky soil. The material provides better wear resistance than standard steel points and better impact resistance than high-chrome, abrasion resistant steels and irons.

Harvesting machines pose interesting challenges for design engineers. If the handled components are too soft, they will wear out, causing downtime at critical harvest times. If those same components are too brittle, they may break, causing the machine to be offline at a critical time. Engineers have found that CADI rasps, thrashing tines, flights and buckets can withstand the impacts sustained in grain harvesting and provide sufficient wear for a full season and more [4].

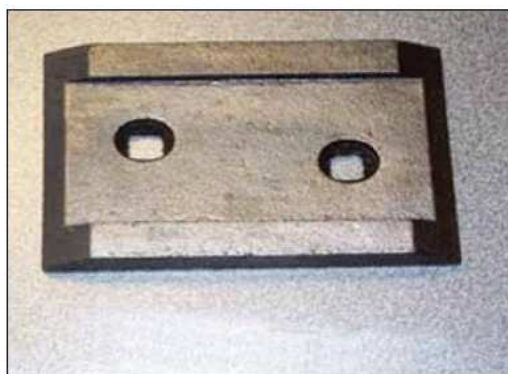


Fig. 5 - The first commercial CADI application was this small plow point for Carroll Agricultural



Fig. 6 - These John Deere Laser-Rip ripper points were produced in CADI for wear resistance and toughness in abrasive, rocky soil

Experimental work

Melting was carried out in a 100-kg medium frequency induction furnace. The metallic charge consisted of steel scrap and return scrap. The chemical composition of the base metal was adjusted through additions of the required additions of ferrosilicon (65% Si) and ferrochrome (70% Cr), whereas the carbon content was adjusted through the addition of carburizing material containing 9.9% carbon.

After complete melting, alloying and superheating to 1520°C, the molten metal was de-lagged and then treated with the proper amounts of ferrosilicon-magnesium alloy containing 9% Mg for graphite spheroidized and then inoculated with 75% ferrosilicon inoculant.

After a statistical analysis of the spare parts used for agricultural applications in Egypt, two categories of components were selected to be casted from ADI:

- (1) Plough blades: represent a considerable percentage of the required components and are usually considered to be of the most difficult to engineer due to the severe abrasive environments they are subjected to, (Fig. 7).

Prima aplicație comercializată a aplicației CADI a fost introdusă în 1991. Un mic producător de componente agricole folosind ADI avea nevoie de mai multă rezistență la uzură pentru un plug purtat. Producatorul Carroll Agricultural a colaborat cu G&C Foundry Co., Sandusky, Ohio, și un consultant în austenificarea fierului, pentru a dezvolta o nouă tehnologie de turnare pentru a produce o matrice de fier conținând un mix de grafit sferoidal și carburi. Carburile au fost parțial dizolvate prin procesul de austenificare. Rezistența la uzură a fost necesară pentru aplicațiile clientului, iar partile au aratat o rezistență crescută la impactul cu pietre.

Figura 6. reprezintă punctele scarificatorului John Deere Laser-Rip care utilizează CADI pentru rezistența la uzură și duritatea într-un sol pietros și abraziv. Materialul prezintă o rezistență la uzură mai ridicată decât oțelul standard și o rezistență la impact mai înaltă decât oțelul cromat.

Utilajele agricole de recoltat prezintă câteva provocări interesante pentru inginerii în proiectare. Dacă componentele manipulate sunt prea moi, se vor uza fizic, cauzând creșterea timpului de recoltare. În același timp, dacă componentele sunt prea fragile acestea se vor rupe cauzând echipamentului un timp mort. Inginerii au descoperit că tobele, cuțitele zdrobitoare și cupele turnate din CADI pot rezista la impactul creat în recoltare și pot oferi suficientă uzura pentru un sezon sau și mai mult.

Date experimentale

Topirea a fost realizată într-un cuptor cu inducție cu o frecvența medie de 100kg. Încărcătura metalică a constat în resturi de oțel, bucati din metal și resturi din retur. Compoziția chimică a metalului de baza a fost modificată prin adăugare de adaosurile dorite al ferrosiliciu (65% Si) și ferocrom (70% Cr), în timp ce conținutul de carbon a fost ajustat prin adăugarea de material de carburare care conține 9,9% carbon.

După topirea completă, aliere și supraîncălzire a 1520°C, metalul topit a fost curățat și apoi se tratează cu cantitățile corespunzătoare de aliaj ferrosiliciu-magneziu conținând 9% Mg pentru grafit globulizat și apoi inoculat cu 75% ferrosiliciu inoculant.

După o analiză statistică a pieselor de schimb folosite pentru aplicații agricole din Egipt, au fost selectate două categorii de componente care urmează să fie turnate din ADI:

- 1) Lamele de plug: reprezintă un procent considerabil din componentele necesare și sunt de obicei considerate a fi de cel mai dificil de proiectat din cauza mediilor abrazive, severe la care sunt supuse, (Fig. 7).

(2) Gears: are indispensable components of all agricultural equipment and recently ADI has been considered as an ideal material for gear designers and manufacturers due to its unique combination of abrasion resistance, contact and bending fatigue properties, fracture toughness as well as vibration and noise damping capacities [4].

However, this report deals only with the results obtained with the ADI plough blades.

The chemical composition of the base ductile iron used for the production of ADI plough blades is shown in Table (2).

2) Roți dințate: sunt componente indispensabile ale tuturor echipamentelor agricole și recent ADI a fost considerat ca un material ideal pentru designerii și producătorii de roți dințate, datorită combinației unice de rezistență la abraziune, proprietăți de contact și oboseală îndoire, rezistență la rupere precum și amortizare a capacităților de vibrații și zgomot [4].

Cu toate acestea, acest raport se referă numai la rezultatele obținute cu lamele de plug din ADI.

Compoziția chimică a fierului ductil bază utilizat pentru producerea de ADI pentru lame de plug este prezentată în tabelul (2).

Table 2

Chemical composition of ADI blades

Element	C	Si	Mn	S	P	Mg	Cr
Percentage	3.6	2.5	0.25	0.001	0.01	0.05	0-2

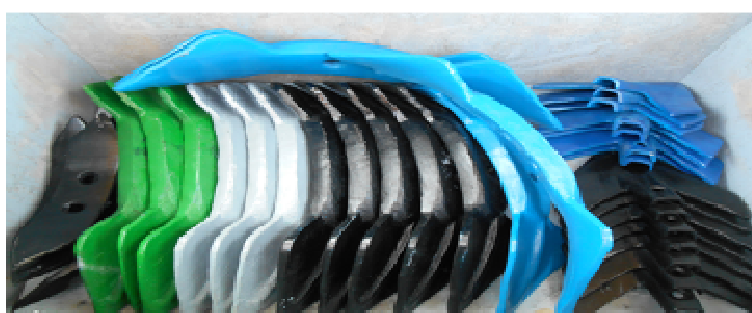


Fig. 7 - Plough blades

Chromium was added to some heats to induce the formation of carbides in the microstructure of ADI as Cr is one of the most potent carbide stabilizers in cast irons. One and two percentages of Cr were added to give different amounts of carbides. The produced "carbide ADI" or "CADI" owns superior abrasion resistance but lower impact toughness [5] and its application is therefore limited to soils, where rocks and stones are not anticipated.

After casting of the plough blades, they were subjected to austempering treatment, where these components were first austenitized at 900°C for one hour and the quenched in a molten salt bath to two different temperatures: 275°C and 375°C.

Wear test specimens were machined from the casted plough blades as bars of dimensions 8 x 8 x 12 mm. The wear test was carried out by a laboratory pin-on-ring method at 0.5 and 0.8 bars with 65 rpm for 30 min. This test involved high stress, two-body abrasion, in which one end of a rectangular pin specimen was fixed against rotating abrasive silicon carbide ring. Abrasive wear behavior was studied by determining the weight loss using scale with sensitivity of 0.1 mg.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Table (3) shows the chemical compositions of the originally used plough blades.

Cromul a fost adăugat la numite temperaturi pentru a induce formarea de carbura în microstructura ADI-ului având în vedere că Cr este unul dintre cei mai puternici stabilizatori de carbid în fontă. Unul și două procente de Cr au fost adăugate pentru a da diferite cantități de carbura. Produsul obținut "carbura de ADI" sau "CADI" posedă o rezistență superioară la abraziune dar rezistență scăzută la impact [5] deci aplicațiile acestora sunt limitate la soluri unde roci și pietre nu sunt anticipate.

După turnarea lamelor plugului, acestea sunt supuse tratamentului de austenificare, unde aceste componente au fost austenificate inițial la 900°C pentru o oră și apoi, tratate imediat într-o baie de sare topită la două temperaturi diferite de 275°C și 375°C.

Specimenele pentru testul uzurii au fost prelucrate mecanic în bare de dimensiuni 8 x 8 x 12 mm în lame de plug. Testul de uzura a fost efectuat prin metoda de laborator PIN-O-RING la 0,5 și 0,8 bari, cu 65 rpm timp de 30 de minute. Acest test implică stres ridicat și abraziune celor două corpuri, în care un capăt al unui specimen dreptunghiular a fost fixat față de inelul din carbura de siliciu cu rotire abrazivă. Comportamentul la uzura a fost studiat prin determinarea pierderii de greutate, folosind scara de sensibilitate 0,1mg.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Tabelul (3) arată compoziția chimică folosită inițial la lamele plugului.

Table 3

Chemical composition of original blades

Element		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	Cu	W
%	Blade 6	0.64	0.286	0.699	0.011	0.017	0.048	0.021	0.014	0.050	0.013
	Blade 4	0.264	0.326	1.2	0.017	0.003	0.486	0.89	0.05	0.137	0.011

Figure (8) shows the microstructure and hardness of the two original blades. It is clear that both blades were made from steel, with blade No. 6 made from pearlitic plain carbon steel without hardening heat treatment with low hardness value of 289 HV and blade No. 4 from hardened steel, with martensitic matrix and hardness value of 478 HV.

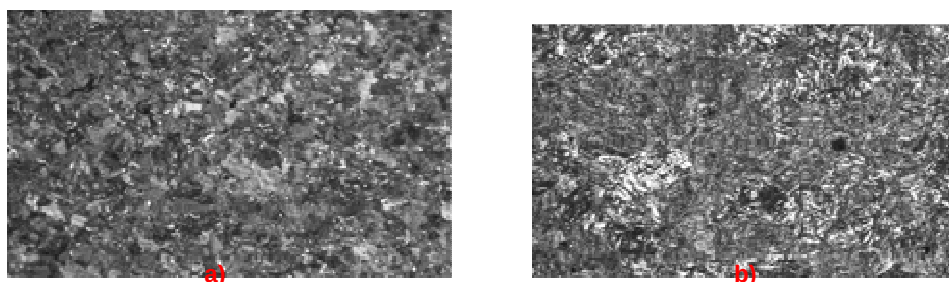


Fig. 8 - Microstructures of original blades
a) pearlitic unhardened steel, 289 HV; (b) hardened martensitic steel, 478 HV

Figure 9 shows the microstructures of the as-cast blades as well as those subjected to the two heat treatment cycles, i.e. austempered at low temperature 275°C and at higher temperature of 375°C. The following remarks could be made on the microstructures obtained after different heat treatment cycles of alloys containing from 0-2% Cr:

- The as-cast structure consists from spheroidal graphite in a ferritic-pearlitic matrix (about 90% pearlite) with hardness ~264 HV;
- The carbide volume fraction in the structure increases with Cr-content;
- Austempering at 275° results in a fine acicular (needle-like) ferrite phase with only a small amount of retained austenite (~12%). Typical ultimate tensile strength obtained was around 1300 MPa, elongation 1 % and hardness of 528 HV;
- Increasing the austempering temperature to 375°C results in a coarser ausferrite structure with higher amounts of retained austenite (~35%). Typical ultimate tensile strength obtained was around 1100 MPa, elongation of 14 % and hardness of 327 HV;
- The carbide volume fraction increase with Cr-content with subsequent increase in hardness values to 680 HV and 670 HV in blades containing 2% Cr and austempered at 275°C and 375°C respectively. The carbide phase in the Cr-containing blades (white-etched phase) appears in the typical form of ledeburitic structure (eutectic carbides with eutectic austenite globules).

Figura 9 prezintă microstructurile paletelor turnate precum și cele două supuse ciclurilor de tratament termic, de exemplu, la austenificarea de 275°C- temperatură scăzută și la temperatură mai mare de 375°C. Următoarele observații pot fi făcute pe microstructurii obținute după diferite cicluri de tratament termic de aliaje care conțin 0-2% Cr:

- Structura turnată se compune din grafit nodular într-o matrice fero-perlit (aproximativ 90% perlită) cu duritate ~ 264 HV;
- Frația în volum de carbură din structura crește cu conținut de Cr;
- Austenificare la 275° a determinat o fază de ferita aciculară (ac-ca) cu doar o cantitate mică de austenită reziduală (~ 12%). Rezistența la rupere tipică obținută a fost de aproximativ 1300 MPa, alungire de 1% și duritate de 528 HV;
- Creșterea temperaturii la austenificare la 375°C a rezultat într-o structură mai grosieră cu cantități mai mari de austenită reziduală (~ 35%). Rezistența la rupere tipică, obținută a fost de aproximativ 1100 MPa, alungire de 14% și duritate de 327 HV;
- Creșterea fracțiunii volumului din carbură se face odata cu creșterea conținutului Cr, ceea ce duce la creșterea ulterioară în valori ale durității la 680 HV și 670 HV în lame conținând 2% Cr și austenificat la 275°C și respectiv 375°C. Faza carbură ce conține Cr în lamele (faza alb-gravat) apare sub forma tipică a structurii ledeburitice (carburi eutectice) cu globule de austenită eutectice.

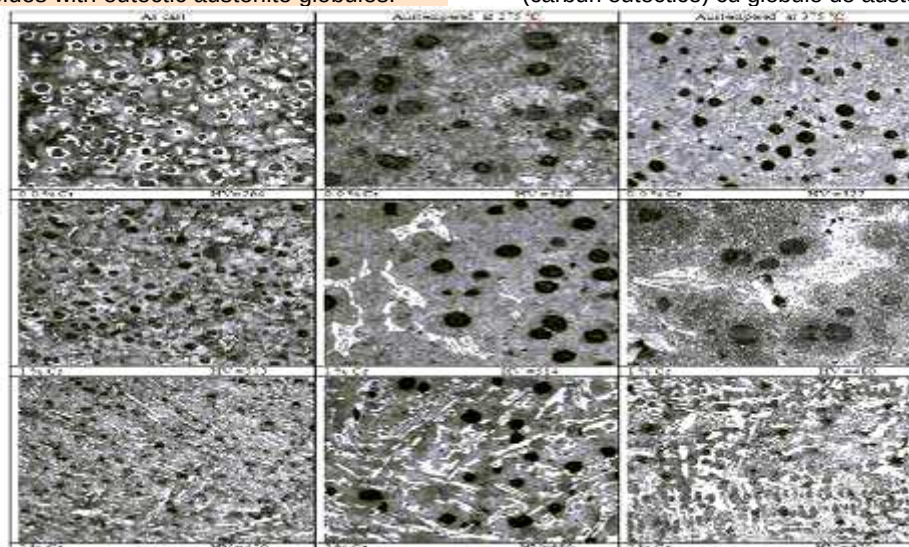


Fig. 9 - Microstructures and hardness values of CAD1 plough blades as functions of the austempering temperatures and Cr - content

Wear Resistance

Figure 10 compares the wear resistance of the investigated ADI plough blades.

The original plough blades were subjected to the highest wear under both the investigated pressures of 0.5 and 0.8 bars, blade No. 4 with martensitic structure head better wear resistance due to its high hardness of 528 HV compared to 289 HV of blade No. 6.

The ADI blades showed a considerable improvement of wear resistance, blades austempered at 375°C showed 50% reduction in wear rate compared to the original blade No. 6, whereas blade austempered at lower temperature of 275°C showed further 30% improvement compared to ADI-G375 blades. Carbide ADI (CADI) alloyed with 1 and 2% Cr showed superior wear properties among all investigated alloys, apparently due to the presence of the very hard carbides in the microstructures

Rezistența la uzură

Figura 10 compară rezistența la uzură investigată în lamele plugului din ADI.

Lamele plugului originale au fost supuse la cel mai înalt grad de uzură sub ambele presiuni investigate de 0,5 și 0,8 bari, lama nr. 4 cu o structură martensitică are o mai bună rezistență la uzură, datorită durității sale ridicate de 528 HV, comparativ cu 289 HV al lamei nr.6.

Lamele ADI au arătat o îmbunătățire considerabilă a rezistenței la uzură, lame austemperate la 375°C au indicat o reducere cu 50% a ratei de uzură în comparație cu lama originală nr.6, în timp ce lama austemperată la temperatura mai mică de 275°C au arătat o ameliorare de 30% comparativ cu lame ADI-G375. CADI aliat cu 1 și 2% Cr au arătat proprietăți superioare de uzură între toate aliajele investigate, aparent datorită prezenței carburilor foarte tari din microstructuri

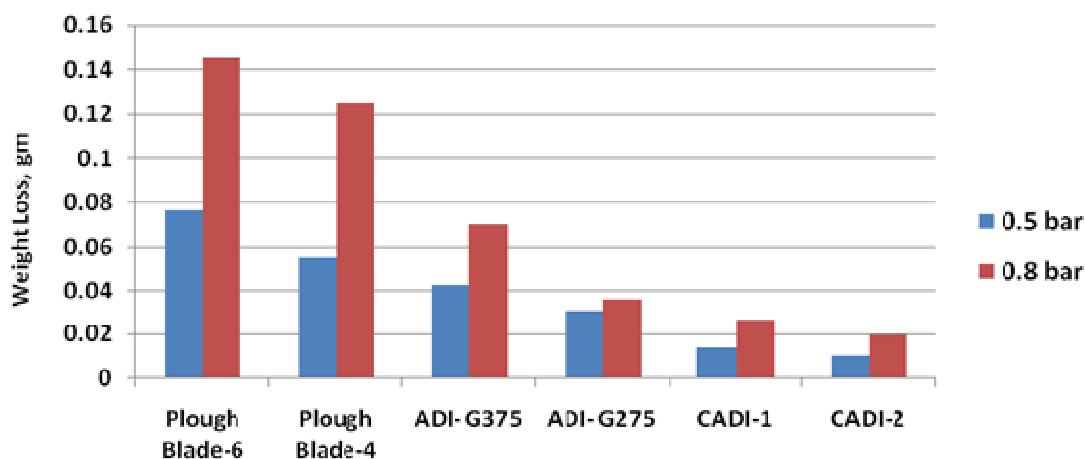


Fig. 10 - Comparison of wear resistance of the ADI blades with the original blades made of steel

High wear resistance is usually obtained in any material by ensuring a high hardness. Hard grades of ADI (480-550 BHN) are austempered at lower temperatures (235-275°C) and such grades would be selected when good wear resistance is the main requirement. At higher austempering temperatures, the hardness decreases, resulting in more wear. However, the softer grades of ADI (typically 280-330 BHN) contain large amounts of retained austenite, which can work harden and/or transform to martensite when subjected to mechanical strain at the surface under abrasive conditions. This results in the wear resistance being significantly higher than would be expected. Although this effect is a disadvantage when machining, it can be very beneficial for applications when the surface is worn away as it would be continuously replaced by a freshly formed, hardened layer.

CONCLUSIONS

- The state-of-the art summarized in the introduction of this paper obviously illustrates the great potentials of ADI as a material for different applications in agricultural engineering.
- The ADI plough blades investigated throughout this work show superior wear resistance compared to the original blades made from different types of steel.
- The highest wear resistance was recorded to the carbide grades of ADI (CADI) followed by ADI austempered at

Rezistența ridicată la uzură este de obicei obținută în orice material, asigurând o duritate ridicată. Clasele Hard de ADI (480-550 BHN) sunt austentificate la temperaturi mai mici (235-275°C) și aceste clase vor fi selectate atunci când o bună rezistență la uzură este principala cerință. La temperaturi mai mari de austentificare, duritatea scade, determinând o uzură mai mare. Cu toate acestea, ADI-ul mai moale (de obicei 280-330 BHN) conține cantități mari de austenită reziduală, care pot lucra să întărească și / sau transforma în martensită atunci când este supus la solicitări mecanice la suprafață în condiții abrazive. Acest lucru duce la o rezistență la uzură semnificativ mai mare decât s-ar fi de așteptat. Deși acest efect este un dezavantaj atunci când prelucrați, el poate fi foarte benefic pentru aplicații atunci când suprafața este erodată, ca și cum ar fi înlocuită continuu cu un strat călit proaspăt format

CONCLUZII

- Materialele de top menționate în introducerea acestui document ilustrează în mod evident, marile potențialuri ale ADI-ului ca material pentru diferite aplicații ingineresti;
- Lamele de plug din ADI investigate pe parcursul acestei lucrări arată o rezistență la uzură superioară în comparație cu lamele originale realizate din diferite oțeluri;
- Cea mai mare rezistență la uzură a fost înregistrată la

275°C and then ADI austempered at 375°C.

- The wear resistance was correlated to the microstructure and hardness of the different ADI grades.
- Field assessment of the investigated blades has started and comparative results will be available in few weeks with the results published later.

REFERENCES

- [1]. Harding R.H. (2002) - *Asia-Europe Environment Forum Conf.*, Jakarta, Indonesia;
- [2]. Nofal A. (2013) - *Advances in the Metallurgy and Applications of ADI*, Journal of Metallurgical Engineering (ME), Vol. 2 (1), pg. 1-18;
- [3]. Keough J.R., Hayrynen K.L., Popovski V.M. (2012) - *Continuing Developments in the Science and Application of Austempered Ductile Iron (ADI)*, 70th World Foundry Congress 2012 (WFC 2012), Monterrey, Mexico, pg. 491-500;
- [4]. Keough J., Hayrynen K. (2010) - *Technical Report for Applied Process*, Feb.
- [5]. Laino S., Sikora J., Dommarco R.C. (2010) - *Wear Behavior of CADI Operating Under Different Tribosystems*, ISIJ International, Vol. 50 (3), pg. 418-424;
- [6]. Nofal A.(2014) - *Proceedings of the World Foundry Congress*, 19-21 May, Bilbao, Spain

clasele CADI, urmate de ADI austempizat la 275°C și apoi ADI austempizat la 375°C.

- Rezistența la uzură a fost corelată cu microstructura și duritatea diferitelor calități de ADI.
- Domeniul de evaluare a lamelor investigate a început și rezultatele comparative vor fi disponibile în câteva săptămâni cu rezultatele publicate mai târziu.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Harding R.H. (2002) - *Asia-Europe Environment Forum Conf.*, Jakarta, Indonesia;
- [2]. Nofal A. (2013) - *Advances in the Metallurgy and Applications of ADI*, Journal of Metallurgical Engineering (ME), Vol. 2 (1), pag. 1-18;
- [3]. Keough J.R., Hayrynen K.L., Popovski V.M. (2012) - *Continuing Developments in the Science and Application of Austempered Ductile Iron (ADI)*, 70th World Foundry Congress 2012 (WFC 2012), Monterrey, Mexico, pg. 491-500;
- [4]. Keough J., Hayrynen K. (2010) - *Technical Report for Applied Process*, Feb.
- [5]. Laino S., Sikora J., Dommarco R.C. (2010) - *Wear Behavior of CADI Operating Under Different Tribosystems*, ISIJ International, Vol. 50 (3), pg. 418-424;
- [6]. Nofal A.(2014) - *Proceedings of the World Foundry Congress*, 19-21 May, Bilbao, Spain

RESEARCHES ON OBTAINING THE REAL STRESS SPECTRUM FOR THE RESISTANCE STRUCTURE OF THE MAS 65 DEEP SOIL LOOSENING MACHINE

CERCETĂRI PRIVIND OBȚINEREA SPECTRULUI REAL DE SOLICITARE AL STRUCTURII DE REZISTENȚĂ A MAȘINII PENTRU AFÂNAREA ADÂNCĂ A SOLULUI MAS 65

PhD. Stud. Eng. Matache M.¹⁾, Prof. Ph. Eng. Voicu Gh.²⁾, Math Cardei P.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Persu C.¹⁾,
Assoc. Prof. PhD. Eng. Savin L.³⁾

¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA Bucharest / Romania; ³⁾University of Novi Sad / Serbia
Tel: 0727651064; E-mail: matache@inma.ro

Abstract: The real stress spectrum of a resistance structure constitutes a powerful tool which can be used for determination of life expectancy by calculus or for synthesizing a step accelerated test program for it. Shocks at which such a structure of an agricultural machine is subjected are usually random, so that the best way to obtain them is by direct measurement. Thus there will be determined the characteristic situations of the machine utilization and then there will be quantified the stresses at which the resistance structure is subject in all these situations. Within the paper will be presented the obtaining methodology for the real shock spectrum of the resistance structure of MAS 65 deep soil loosening machine and also the experimental results obtained after its application.

Keywords: stress spectrum, resistance structure, experimental determinations

INTRODUCTION

The real stress spectrum of a resistance structure represents a very important component which contributes to determining the active life span of structure in exploitation conditions, both by calculation and accelerated regime tests. One of methods of establishing the amount of stresses at which the machine will be subject is to set the specific operations to perform by it and relevant periods of time. In [3] the authors have presented some questionnaires completed by agricultural equipment users, so that they establish the machine mission profile. Then, the stresses at which the machine was subject were determined, including its resistance structure in different exploitation conditions. Based on these experimental determinations, after data processing, a simulated and accelerated regime testing programme is established at which the machine frame will be subject in laboratory conditions, always respecting the modern principles of accelerated tests. Another method of establishing the shocks spectrum at which the machine resistance structure could be subject is that of measuring directly in the field and monitoring the stress evolution in time [1, 4]. Then, the experimental data are analyzed and processed so that to obtain the real stress spectrum of resistance structure.

Analysis of experimental data obtained can be made in frequency or time domain depending on the process dynamics [5]. This paper presents the methodology of obtaining the real stresses spectrum of resistance

Rezumat: Spectrul real de solicitare al unei structuri de rezistență constituie un instrument puternic care poate fi folosit în determinarea prin calcul a duratei de viață a structurii sau poate fi folosit la sintetizarea unui program de încercare accelerată în trepte a acesteia. Solicitățile la care este supusă o astfel de structură a unei mașini agricole sunt de obicei aleatoare, astfel încât cea mai bună metodă de obținere a acestora este prin măsurare directă. Astfel se vor determina situațiile caracteristice de utilizare ale mașinii și apoi se vor cuantifica solicitările la care structura de rezistență este supusă în toate aceste situații. În cadrul lucrării se va prezenta metodologia de obținere a spectrului real de solicitare al structurii de rezistență a mașinii pentru afânarea adâncă a solului de tip MAS 65 cât și rezultatele experimentale obținute în urma aplicării acesteia.

Cuvinte cheie: spectru de solicitare, structura de rezistență, determinări experimentale

INTRODUCERE

Spectrul real de solicitare al unei structuri de rezistență reprezintă o componentă foarte importantă care contribuie la determinarea duratei active de viață a structurii în condiții de exploatare, atât prin calcul cât și prin încercări în regim accelerat. Una din modalitățile de stabilire a cuantumului sarcinilor la care va fi supusă mașina în exploatare este acela de a stabili operațiile la care aceasta va fi folosită și perioadele de timp aferente acestora. În [3] autorii au recurs la completarea unor chestionare de către utilizatorii echipamentelor agricole astfel încât să stabilească din acestea profilul misiunii respectivei mașini. Apoi a urmat determinarea experimentală a sarcinilor la care este supusă mașina agricolă, deci implicit structura acesteia de rezistență în diferitele situații de exploatare. Pe baza acestor determinări experimentale, în urma prelucrării datelor obținute se întocmește un program de testare în regim simulat și accelerat la care cadrul mașinii va fi supus în condiții de laborator, respectând principiile moderne ale testelor accelerate. Altă metodă de stabilire a spectrului de solicitare la care structura de rezistență a mașinii ar putea fi supusă este aceea de măsurare directă în teren și de urmărire a evoluției în timp a solicitărilor [1, 4]. Apoi se recurge la analizarea și prelucrarea datelor experimentale astfel încât să se obțină spectrul real de solicitare al structurii de rezistență.

Analiza datelor experimentale obținute se poate face în frecvență sau în domeniul timp în funcție de dinamica procesului [5]. În această lucrare se prezintă metodologia de obținere a spectrului real de solicitare al structurii de

structure of soil deep loosening machine of MAS 65 type, choosing the method of data processing in time domain, having in view the shocks at which it was subject had a rather static character.

MATERIAL AND METHOD

Machine for soil deep loosening MAS 65 is designed to be used in aggregate with 65-80 HP tractors. It has a maximum working depth of 65 cm and is aimed to perform deep soil decompaction.

For determining the profile of MAS 65 mission, the operations at which it was subject and their share during the whole exploitation period, were identified. Thus, two utilization regimes of machine per working season were identified:

- transport regime;
- regime during work with a 50% share of type of soil on which it acts: laying fallow and tilled soil.

Taking into account that there were estimated a surface of 150 ha worked/season, with an average speed of 2 km/h and average working width of 1.5 m, in exploitation, the working period of 150 ha will be about 499.5 hours, namely 62.43 uninterrupted working shifts of 8 hours each. At the same time, the maximum working depth, which generates the greatest stress on machine resistance structure, is also considered. Average distance run in transport was established at 10 km/working shift, namely 624.3 km/season, with an average transport speed of 20 km/h.

rezistență a mașinii de afânare adâncă a solului de tip MAS 65, alegându-se metoda de prelucrare a datelor în domeniul timp, având în vedere că solicitările la care aceasta a fost supusă au avut un caracter cvasi-static.

MATERIAL ȘI METODĂ

Mașina pentru afânarea adâncă a solului tip MAS 65 este destinată utilizării în agregat cu tractoare de 65-80 CP. Aceasta are o adâncime maximă de lucru de 65 cm și este destinată realizării lucrărilor de decompactare adâncă a solului.

Pentru determinarea profilului misiunii mașinii de afânare adâncă a solului de tip MAS 65 s-au identificat operațiile la care aceasta este supusă în exploatare și ponderea acestora în durata totală de exploatare. Astfel s-au identificat două regimuri de utilizare ale mașinii per sezon de lucru:

- regim de transport;
- regim în lucru cu o pondere de 50% a tipului de teren asupra căruia se acționează: înțelenit și prelucrat.

Având în vedere că s-a estimat o suprafață de 150 ha lucrate/sezon, cu o viteză medie de lucru de 2 km/h și lățimea medie de lucru de 1.5 m, în exploatare perioada de lucru a 150 ha va fi în jur de 499.5 ore, adică 62.43 schimburi de lucru neîntrerupt de câte 8 ore. De asemenea se consideră adâncimea de lucru maximă, aceasta generând cele mai mari solicitări asupra structurii de rezistență a mașinii. Distanța medie parcursă în transport a fost stabilită la 10 km/schimb de lucru, adică 624.3 km/sezon, cu o viteză medie de transport de 20 km/h.



Fig. 1 - MAS-65 machine in aggregate with tractor New Holland TD80

14 interest points situated on machine resistance structure were identified, on which strain gauges were placed in order to measure the specific strains registered during the experimental determinations, noted M1-M14. A part of measuring points were empirically identified, being situated near the welded joints between the components of resistance structure. In order to identify the other points, a structural model of machine made of unidimensional elements, was used. Because of that the measuring direction of strain gauges was chosen along the components symmetry axis and there where it was possible, an additional gauge perpendicular on this direction, was installed.

Au fost identificate 14 puncte de interes situate pe structura de rezistență a mașinii MAS-65 în care au fost amplasate mărci tensometrice pentru măsurarea deformațiilor specifice înregistrate în timpul determinărilor experimentale, notate M1-M14. O parte din punctele de măsură au fost identificate empiric, acestea fiind situate lângă zonele de îmbinare sudată între componentele structurii de rezistență. În scopul identificării celorlalte puncte s-a folosit un model structural al mașinii realizat cu elemente unidimensionale. Din această cauză sensul de măsurare al mărcilor tensometrice a fost ales în lungul axei de simetrie a componentelor și acolo unde a existat posibilitatea a fost instalată o marcă suplimentară perpendiculară pe această direcție.



Fig. 2 - Locations of strain gauges M5, M6, M8, M9, M10, M11

A number of 14 strain gauges LY11-6/350, manufactured by Hottinger company, with 6mm base and 350 Ohm resistance, factor $k=2.03 \pm 1.0\%$, cross sensibility -0.1% , were applied. The amplifying modulus used for measuring the specific strains was of QuantumX 1615 type with 16 amplifying channels. Measuring results were registered in files of ASCII type, in columns, representing the information referring to time, respectively the specific strain value registered for each point. We considered as working domain the elastic domain [2], so that the mechanic strengths were obtained by formula:

Au fost aplicate un număr de 14 mărci tensometrice LY11-6/350, produse de firma Hottinger având baza de 6mm și rezistența de 350 Ohm, factorul $k=2.03 \pm 1.0\%$, sensibilitate transversală -0.1% . Modulul de amplificare folosit pentru măsurarea deformațiilor specifice a fost de tipul QuantumX 1615, cu 16 canale de amplificare. Rezultatele măsurătorilor au fost înregistrate în fișiere de tip ASCII, reprezentând pe coloane informațiile referitoare la timp, respectiv valoarea deformației specifice înregistrate pentru fiecare punct în parte. Am considerat că domeniul de lucru este cel elastic [2], astfel încât tensiunile mecanice, au fost obținute folosind formula:

$$\sigma = E \cdot \epsilon, [\text{MPa}] \quad (1)$$

Where σ represents the mechanical strengths in MPa, E represents Young modulus and ϵ represents the specific strain in $\mu\text{m/m}$. E was considered as having the value of $2.1 \cdot 10^5$ MPa.

The shocks in critical points, previously presented, were measured in each of operating regimes: transport, work in untillied field. There was taken into account the share of each working regime during the whole operating period and the signals obtained were cocatenated in order to obtain the total stress spectrum/season for the resistance structure of the machine MAS 65. Signal obtained represents the raw information on structure stress state. For enabling its use in synthesizing a laboratory accelerated test it should be processed for simplifying and reducing the testing period by removing the intermediary shock cycles which are not dangerous in terms of material fatigue, and as well as, by statistic methods.

We must underline the fact that the obtained stress spectrum represents the abstracting of real stress spectrum which could be obtained by a continous monitoring of stressing points during a working season, which would not be advantageous in economic and monitoring time terms. Therefore, only little operating periods in quasi-stationary working regime (which we consider relevant for the whole operating period) will be monitored. These working sequences will be repeated „n” times before reaching the working season period estimated.

Unde σ reprezintă tensiunea mecanică în MPa, E reprezintă modulul lui Young și ϵ reprezintă deformația specifică în $\mu\text{m/m}$. E a fost considerat ca având valoarea de $2.1 \cdot 10^5$ MPa.

S-a procedat la măsurarea solicitărilor în punctele critice prezentate anterior în fiecare din regimurile de funcționare amintite: transport, lucru în teren prelucrat, lucru în teren neprelucrat. S-a ținut cont de ponderea fiecărui regim de lucru în perioada totală de funcționare și s-au concatenat semnalele obținute în consecință astfel încât să se obțină spectrul total de solicitare/sezon pentru structura de rezistență a mașinii MAS 65. Semnalul astfel obținut reprezintă informația brută despre starea de solicitare a structurii. Pentru a putea fi folosit în sintetizarea unui test accelerat în laborator acesta trebuie prelucrat în consecință în scopul simplificării și condensării perioadei de testare prin eliminarea ciclurilor de solicitare intermediare nepericuloase din punct de vedere al oboselii materialului cât și prin metode statistice.

Trebuie precizat faptul că spectrul de solicitare obținut reprezintă o abstractizare a spectrului real de solicitare care s-ar obține printr-o monitorizare continuă a punctelor de solicitare pe durata unui sezon de lucru, care nu ar fi avantajoasă pentru inginer din punct de vedere economic și al duratei foarte mari de urmărire. Din acest motiv se vor urmări doar perioade mici de funcționare în regim de lucru cvasi-staționar dar pe care-l considerăm caracteristic întregii perioade de funcționare. Aceste secvențe de lucru se vor repeta de „n” ori până la atingerea duratei de lucru estimate pe sezon.

RESULTS

A synthesis of extreme values obtained during the determinations for each tested working regime is shown in figure 3. It can be noticed that there are certain points less loaded, which amplitude is under 10% out of maximum amplitudes registered. These points are not at all liable to loosen during work, as they will not be monitored within laboratory tests.

REZULTATE

În figura 3 se prezintă o sinteză a valorilor extreme obținute în timpul determinărilor pentru fiecare regim de lucru testat. Se observă că există puncte puțin solicitate ale structurii, a căror amplitudine reprezintă sub 10% din amplitudinile maxime înregistrate. Aceste puncte nu prezintă pericol de cedare în lucru astfel încât acestea nu vor fi monitorizate în cadrul încercărilor de laborator.

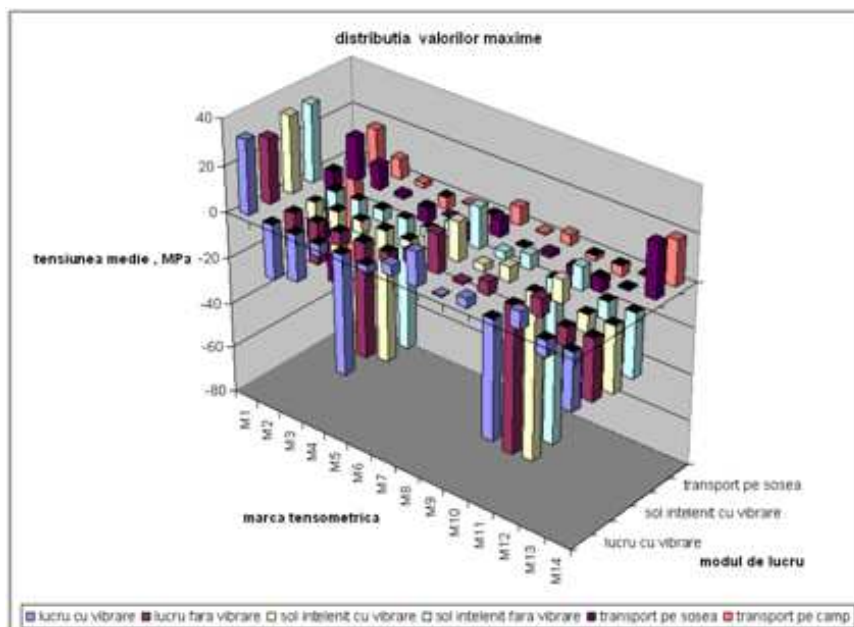


Fig. 3 - Distribution of maximum values of strength in the 14 strain gauges according to structure working method

The evolution in time of mechanical strengths registered by M5, mounted on working part transmitting the mechanical stress on machine resistance structure has been very relevant. In figure 4, diagram 1 this evolution for working regime in land lie fallow (practically the land which requests the biggest structure values), is shown, and in figure 4, diagram 2, is presented the evolution in untilled land working regime.. A part of signal of a fixed duration of 55 seconds, appropriate for the working regime chosen, has been identified. These values were concatenated, thus obtaining a real stress spectrum for 110 seconds time (fig. 4, diagram 3). This signal will be repeated for approximately 16347 times, obtaining a real stress spectrum/season for the working regime in field.

De real interes pentru noi a fost evoluția în timp a tensiunilor mecanice înregistrate de marca M5, montată pe organul de lucru, organ prin care se transmit solicitările mecanice asupra structurii de rezistență a mașinii. În figura 4, diagrama 1 se prezintă această evoluție pentru regimul de lucru în teren înțelenit (practic terenul care solicită structura cu valorile cele mai mari), iar în figura 4, diagrama 2 se prezintă evoluția acesteia pentru regimul de lucru în teren prelucrat. S-a identificat o porțiune de semnal reprezentativă pentru regimul de lucru ales, având o durată fixă de 55 secunde. Aceste valori au fost concatenate obținându-se spectrul real de solicitare, pentru o perioada de timp de 110 secunde (fig. 4, diagrama 3). Acest semnal se va repeta de aproximativ 16347 ori, obținându-se spectrul real de solicitare/sezon pentru regimul de lucru în teren.

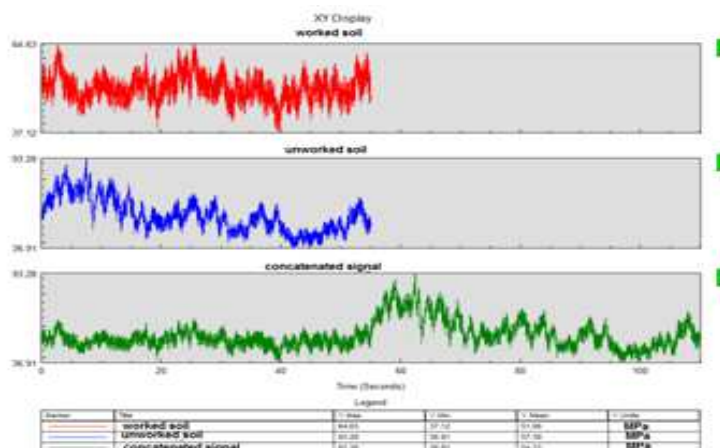


Fig. 4 - Time evolution of mechanical strength registered by M5 in tilled and untilled field and the signal obtained by concatenation

The signal obtained by 5 times repeating the sequence of concatenated signal M5, representing a period of 550 seconds of shocks, is shown in figure 5.

În figura 5 se prezintă semnalul obținut prin repetarea secvenței semnalului concatenat M5 de 5 ori, reprezentând o perioadă de 550 de secunde de solicitare.

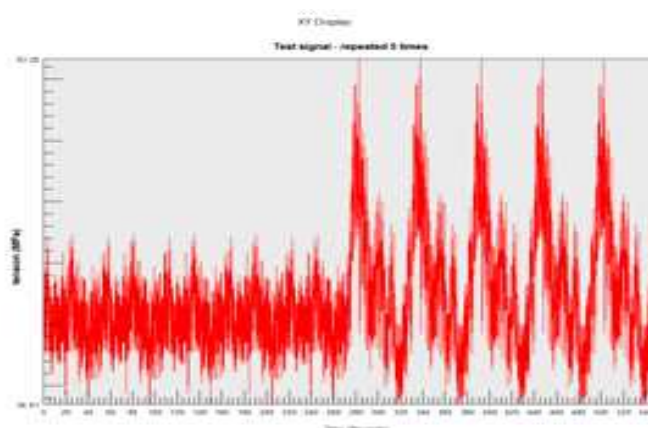


Fig. 5. - Stress spectrum obtained by 5 times repeating the M5 signal

As for the results obtained during the transport, also analyzing the statistic data from figure 3 we chose to present the time evolution of strength registered by M2 and M3 strain gauges, mounted along the machine longerons, next to the three-point attachment to tractor. Taking into account that the transport regime is defined only by the hypotheses presented in the chapter Material and method, we used the signal as such, without concatenated it to other signals from other working regimes. Data obtained may be used for synthetizing the testing signals in laboratory, in transport conditions of resistance structure of MAS 65 machine.

În ceea ce privește rezultatele obținute în transport, analizând și datele statistice din figura 3 am ales să prezentăm evoluția în timp a tensiunilor înregistrate de mărcile M2 și M3, montate în lungul lonjeroanelor mașinii, aproape de prinderea în trei puncte la tractor. Având în vedere faptul că regimul de transport este unic definit prin ipotezele prezentate în capitolul de Material și metoda, am folosit semnalul ca atare, fără să-l mai concatenăm cu alte semnale din alte regimuri de lucru. Datele obținute pot fi folosite pentru sintetizarea semnalelor de testare în regim accelerat în laborator în condiții de transport a structurii de rezistență a mașinii MAS 65.

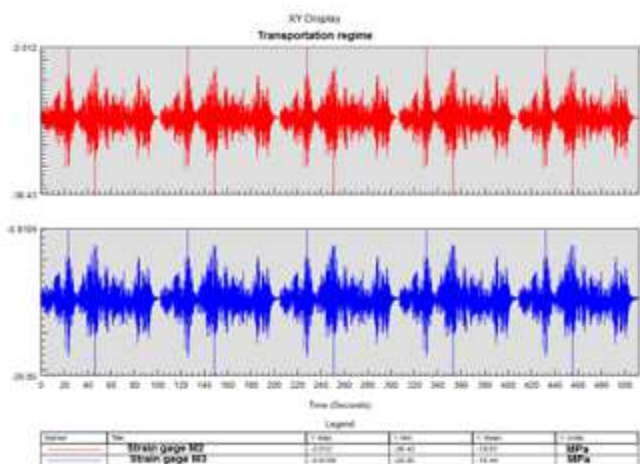


Fig. 6 - Stress spectrum obtained by repeating for 5 times M2 and M3 signals

CONCLUSIONS

Following the evolution of extreme values of transport strengths we have discovered that this working regime too can affect the structure integrity, initially being tempted to neglect these aspects. For this reason, we have established that the stress spectrum obtained should comprise two components coming from two different operating regimes, namely from transport and exploitation. Taking into account that the excitation source on structure in the two operating regimes is totally different (more exactly, in transport shocks are determined by road profile, working speed and

CONCLUZII

Urmărind evoluția valorilor extreme ale tensiunilor înregistrate în transport am descoperit că și acest regim de lucru poate avea efecte asupra integrității structurii, inițial fiind tentați să neglijăm aceste aspecte. Din acest motiv am stabilit ca spectrul de solicitare obținut să fie constituit din două componente care să provină din cele două regimuri diferite de funcționare, mai exact din transport și din exploatare. Având în vedere că sursa excitațiilor asupra structurii în cele două regimuri de funcționare înregistrate este diferită (mai exact în transport solicitările se datorează profilului drumului,

equipment mass by inertia force, while in operating conditions they are mainly determined by interaction between the working part, soil and machine resistance structure) we decided that the eventual laboratory tests should be performed separately.

Signal representing the real stress spectrum in time per season is very difficult to be graphically displayed, viewing its approximately 500 hours span, therefore it is shown as 550 seconds sequences. Though, the real stress spectrum obtained is raw and should be processed so that it could be used as reference signal in laboratory.

The engineer is allowed to choose the period of time he considers to be representative for characterizing the working regime chosen. He should make a compromise between the signal amplitude and the processing hardware, but at the same time he must be sure that the monitored operating regime is appropriate to running regime of respective structure.

REFERENCES

- [1]. Shafiullah A.K.M., Wu C.Q. (2013) – *Generation and validation of loading profiles for highly accelerated durability tests of ground vehicle components*, *Engineering Failure Analysis*, volum 33, Pages 1–16;
- [2] Buzdugan Gh. (1980) – *Materials resistance*, Technical Publishing House, Bucharest;
- [3]. Mattetti M., Molari G., Sedoni E. (2012) – *Methodology for achieving accelerated structural tests on tractors*, *Biosystems Engineering*, volume 113, November, Pages 266–271;
- [4]. Ming Li (2005) – *An iteration method to adjusting random loading for a laboratory fatigue test*, *International Journal of Fatigue*;
- [5]. Vlăduț V., Biriș S., Bungescu S., Păunescu D., Dima I. (2006) – *Computer-aided test of the disk harrow gd 3.2 in simulated and accelerated regime on the hydropulse installation and the stress states analysis*, *Annals Of The Faculty Of Engineering Hunedoara*.

vitezei de lucru și masei utilajului prin forța de inerție, pe când în exploatare acestea se datorează în principal interacțiunii dintre organul de lucru, sol și structura de rezistență a mașinii) am stabilit că eventualele încercări în laborator să se facă separat.

Semnalul care reprezintă spectrul real de solicitare în timp per sezon este deosebit de greu de afișat grafic, având în vedere că acesta se întinde pe aproximativ 500 de ore, din acest motiv alegându-se varianta de prezentare a acestuia pe secvențe de 550 secunde. Totuși, spectrul real de solicitare astfel obținut este brut și trebuie prelucrat în consecință astfel încât să poată fi folosit ca semnal de referință în laborator.

Rămâne alegerea inginerului perioada de timp pe care acesta o consideră reprezentativă pentru caracterizarea regimului de lucru ales. Acesta va trebui să facă un compromis între mărimea semnalului și capacitatea hardware de prelucrare, dar în același timp trebuie să se asigure că regimul de funcționare monitorizat este caracteristic regimului de exploatare al structurii respective.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Shafiullah A.K.M., Wu C.Q. (2013) – *Generarea și validarea profilelor de încărcare pentru teste de durabilitate foarte accelerate ale componentelor vehiculelor de teren*, *Analiza Ingineriei Defectelor*, vol. 33, Pag. 1–16;
- [2] Buzdugan Gh. (1980) – *Rezistența materialelor*, Editura Tehnica, București;
- [3]. Mattetti M., Molari G., Sedoni E. (2012) – *Metodologie pentru realizarea testelor structurale accelerate ale tractoarelor*, *Ingineria Biosistemelor*, volum 113, Noiembrie, Pagini 266–271;
- [4]. Ming Li (2005) – *O metodă de iterație pentru ajustarea încărcării aleatorii pentru un test de oboseală de laborator*, *Jurnalul Internațional de Oboseală*;
- [5]. Vlăduț V., Biriș S., Bungescu S., Păunescu D., Dima I. (2006) – *Testarea asistată de calculator a unei grape cu discuri GD 3,2 în regim simulat și accelerat pe instalația hidropuls și analiza tensiunilor*, *Analele Facultății de Inginerie din Hunedoara*.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE OBTAINED PRODUCT QUALITY TO THE MECHANICAL HARVESTING OF CHAMOMILE INFLORESCENCES

CERCETAREA EXPERIMENTALĂ A CALITĂȚII PRODUSULUI OBȚINUT LA RECOLTAREA MECANIZATĂ A INFLORESCENȚELOR DE MUȘEȚEL

Eng. Muscalu A.¹⁾, Biol. Pruteanu A.¹⁾ Prof. Phd. Eng. David L.²⁾

¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾P.U. Bucharest / Romania

Tel: 021/269.32.50; Fax: 021/269.32.73; E-mail: amuscalis@yahoo.com

Abstract:

In pharmaceutical industries, cosmetics and perfumery, food industry, etc. increasingly high demands of vegetal raw material, constituted by aromatic and medicinal plants, are manifesting. The particular interest for them is due to the presence of bioactive compounds. Their therapeutic action is determined by the quality of the harvested vegetal material. Large quantities of raw material can be obtained by expanding the cultivated areas with these species, by modernizing the cultivation technologies or by adapting them to the current requirements. The mechanized harvesting can be applied only to the cultivated species, representing one of the important factors in obtaining of profitable productions, which sums the high productivity and the improved quality of the collected product.

This paper is a continuation of experimental research carried out within INMA, related to mechanized harvesting of chamomile inflorescences with different typological dimensions of active organs. Thus it shows the synthesis of working qualitative indicators expressing the quality of the obtained product and of the exploitation indicators.

The obtained results allow a complete evaluation of the work performances achieved by the harvesting equipment of chamomile inflorescences, equipped with each of the working bodies which represented the object of the tests. Also, the results are an important prerequisite for the development of performant specialized equipment, appropriate to the local conditions and sustainable development.

Keywords: chamomile inflorescences, mechanized harvesting, qualitative indices.

INTRODUCTION

The phytotherapeutical efficiency of the medicinal and aromatic plants is influenced primarily by the quality of plant material. This is obtained by a process of harvesting, differentially performed depending on the species, on the useful body of the plant and on the season. It is important that medicinal and aromatic plants harvesting to be performed at the optimal harvest time, when the content of active ingredients is maximal, using a collection method (manually or mechanically) allowing to keep all plant properties.

Harvesting the flowers of the aromatic and medicinal plants is a characteristic work, but also difficult, within the culture technologies for these species.

The chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) is one of the most known and used medicinal plants, used since ancient times. It is grown for its flowers which contain 0.5-1.5% volatile oil rich in azulene, flavonoids and coumarins.[5] It is considered a powerful antiseptic, antibacterial, anti-inflammatory and anaesthetic. [2] It is the plant with the largest cosmetic applications due to its cicatrizing, emollient properties etc.

This paper is a continuation of a previous work in which it

Rezumat:

In industriile de produse farmaceutice, cosmetice și parfumerie, alimentare, etc. se manifesta cerinte tot mai ridicate de materie prima vegetala, constituita din plante medicinale si aromatice. Interesul deosebit pentru acestea se datoreaza prezentei compusilor bioactivi. Actiunea lor terapeutică este determinata de calitatea materialului vegetal recoltat. Cantitati mari de materie prima se pot obtine prin extinderea suprafețelor cultivate cu aceste specii, prin modernizarea tehnologiilor de cultură sau prin adaptarea acestora la cerințele actuale. Recoltarea mecanizata se poate aplica doar speciilor cultivate, reprezentand unul din factorii importanti ai obtinerii unor productii profitabile, ce insumeaza productivitatea ridicata si calitatea sporita a produsului colectat.

Lucrarea este o continuare a cercetarilor experimentale realizate in cadrul INMA, legate de recoltarea mecanizata a inflorescentelor de musetel cu diferite tipodimensiuni de organe active. Astfel ea prezinta sinteza unor indici calitativi de lucru ce exprima calitatea produsului obtinut si a indicilor de exploatare.

Rezultatele obtinute permit o evaluare completa a performantelor de lucru realizate de echipamentul de recoltat inflorescente de musetel, echipat cu fiecare din organele de lucru, care au reprezentat obiectul incercarilor. De asemenea rezultatele constituie o importanta premisa pentru realizarea unor utilaje specializate performante, adecvate conditiilor autohtone si dezvoltarii durabile.

Cuvinte cheie: indici calitativi, inflorescente musetel, recoltare mecanizata.

INTRODUCERE

Eficienta fitoterapeutica a plantelor medicinale si aromatice este influentata primordial de calitatea materialului vegetal. Acesta este obtinut in urma unui proces de recoltare, realizat diferentiat, in functie de specie, de organul util al plantei si de anotimp. Este important ca recoltarea plantelor medicinale si aromatice sa fie efectuata la momentul optim de recoltare, cand continutul de principii active este maxim, utilizand o metoda de colectare (manuala sau mecanica) prin care sa-si pastreze toate proprietatile.

Recoltarea florilor plantelor medicinale și aromatice este o lucrare caracteristica, dar și dificilă din cadrul tehnologiilor de cultură pentru aceste specii.

Musetelul (*Matricaria chamomilla* L.) reprezinta una din cele mai cunoscute si utilizate plante medicinale, folosit inca din antichitate. Este cultivat pentru florile sale care contin 0,5-1,5% ulei volatil, bogat in azulene, flavonoide si cumarine.[5] Este considerat un puternic antiseptic, bactericid, antiinflamator si anestezic. [2] Este planta cu cele mai largi aplicatii in cosmetica, datorita proprietatilor cicatrizante, emoliente etc.

Aceasta lucrare este continuarea unei lucrari anterioare

was analyzed the harvesting degree of an equipment for chamomile inflorescences harvesting, for different types and sizes of working parts.[3] Since the product obtained at harvest also contains a number of non-floral structures (stalks, leaves, long peduncles etc.), the material purity constitutes an advantage and a goal to achieve.

MATERIALS AND METHOD

To highlight the quality of harvested material has been utilized the chamomile harvesting machine in the same conditions in which the experiments were performed for determining the harvest degree. Table 1 presents the characteristics of the chamomile harvesting machine, and in Table 2 are presented the characteristics of the chamomile culture in which the experiments were performed.

in care a fost analizat gradul de recoltare al unui echipament de recoltat inflorescente de musetel, pentru diferitele tipuri-dimensiuni de organe de lucru.[3] Deoarece produsul obtinut la recoltare contine si o serie de structuri neflorale (tulpini, frunze, pedunculi lungi etc.), puritatea materialului constituie un avantaj si un obiectiv de realizat.

MATERIALE ȘI METODA

Pentru evidentiarea calitatii materialului recoltat a fost utilizata masina de recoltat musetel in aceleasi conditii in care s-au efectuat experimentările pentru determinarea gradului de recoltare. In tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile masinii de recoltat musetel, iar in tabelul 2 sunt prezentate caracteristicile culturii de musetel in care au fost efectuate experimentările.

Table 1

Characteristics of chamomile harvesting machine [3]

Machine type	towed
Tractor power [HP]	45
Working width [mm]	2000
Brush gyro frequency [min^{-1}]	327÷400
Linear velocity of conveyor type picker [ms^{-1}]	0.5; 0.76;1.08
Working speed [kmh^{-1}]	0.5÷1.22
Transport speed [kmh^{-1}]	15
Working personnel [number of persons]	1

Table 2

Characteristics of chamomile culture [3]

Variety	Margaritar
Average number of chamomile [pcs/m^2]	326
Average number of weeds [pcs/m^2]	12
Average number of mature flowers [pcs/m^2]	1986
Average number of buds which have not blossomed [pcs/m^2]	46
Average production of fresh inflorescences [kg/ha]	3204
Average mass of 100 inflorescences [g]	13.2
Average diameter of inflorescences [mm]	19.4
Minimum and maximum height between which the flowers grow [mm]	298...583

The chamomile harvester is towed and works offset from the tractor, being provided with mechanical transmission. The gatherer is tape type with scrapers combs. During the working process, due to the forward movement of the machine as well as of the gatherer band movement (from bottom to top), any point on the comb describes a trajectory in the form of an elongated cycloid. [4] The comb band detaches the flowers from stems, transporting them to the hopper.[3]

The scrapers combs act only on the floral parts which are harvested, corresponding to the working height.

There were executed and tested several types of scrapers combs with straight teeth (Fig. 1 a) and curved teeth (Fig. 1 b). In both types of teeth the gap between teeth is shaped like a rounded "U" [1]. The radius of the gap is equal to half the distance between teeth. For identification have been used the following symbols:

a) combs with straight teeth - $M_1; N_1; O_1; S_1; T_1; V_1$.

b) combs with curved teeth - $M_2; N_2; O_2; S_2; T_2; V_2$.

Notations used in Figure 2 have the following meaning: p - tooth pitch; L - length of the teeth; d - distance between two consecutive teeth; b - width of the teeth; R - the radius of curvature of the combs with curved teeth, $m = \frac{\sqrt{2}}{2} R$. [3]

Masina de recoltat musetel este tractata si lucreaza deaxat fata de tractor, fiind prevazuta cu transmisie mecanica. Culegatorul este de tip banda cu piepteni razuitori, ce au rolul de a smulge florile. In timpul procesului de lucru, datorita miscarii de inaintare a masinii precum si a miscarii benzii culegatorului, (de jos in sus) orice punct de pe pieptene descrie o traiectorie de forma unei cicloide alungite. [4] Banda cu piepteni detaseaza florile de tulpini in fata masinii, transportandu-le apoi, spre buncar.[3]

Pieptenii razuitori actioneaza doar asupra etajelor florale ce se recolteaza, corespunzator inaltimii de lucru.

S-au executat si incercat mai multe tipuri de piepteni razuitori cu dinti drepti (Fig. 1 a) si dinti curbati (Fig. 1 b). La ambele tipuri de dinti golul dintre dinti are forma unui "U" rotunjit [1]. Raza golului este egala cu jumatate din distanta dintre dinti. Pentru identificare s-au folosit urmatoarele simboluri:

a) piepteni cu dinti drepti- $M_1; N_1; O_1; S_1; T_1; V_1$.

b) piepteni cu dinti curbati- $M_2; N_2; O_2; S_2; T_2; V_2$.

Notatiile utilizate in figura 2 au urmatoarea semnificatie: p - pasul dintilor; L - lungimea dintilor; d - distanta între doi dinti consecutivi; b - latimea dintilor; R - raza de curbura a pieptenilor cu dinti curbati, $m = \frac{\sqrt{2}}{2} R$. [3]

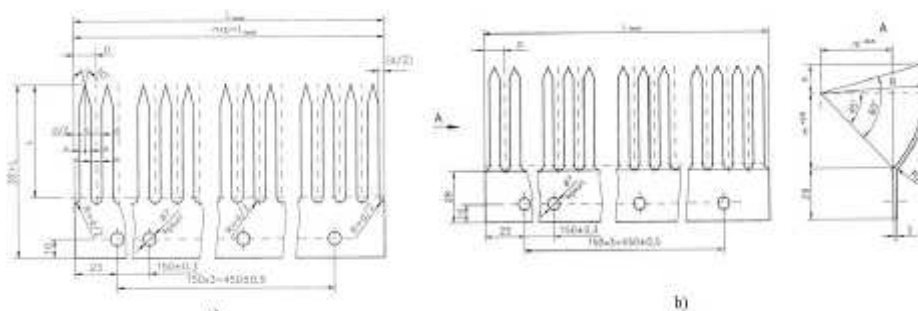


Fig. 1- Combs shape: a) with straight teeth; b) with curved teeth

The dimensional characteristics of combs have the following values [3]:

1) $d=6$ mm

M_1 and M_2 : $p=12$ mm; $L=60$ mm; $b=6$ mm; $R_{M2}=60$ mm;
 N_1 and N_2 : $p=14$ mm; $L=80$ mm; $b=8$ mm; $R_{N2}=80$ mm;
 O_1 and O_2 : $p=16$ mm; $L=100$ mm; $b=10$ mm; $R_{N2}=100$ mm;

2) $d=4$ mm

S_1 and S_2 : $p=10$ mm; $L=60$ mm; $b=6$ mm; $R_{S2}=60$ mm;
 T_1 and T_2 : $p=12$ mm; $L=80$ mm; $b=8$ mm; $R_{T2}=80$ mm;
 V_1 and V_2 : $p=14$ mm; $L=100$ mm; $b=10$ mm; $R_{V2}=100$ mm;

RESULTS AND CONCLUSIONS

The value of the product obtained at the harvesting of chamomile inflorescences was expressed by the following working qualitative indexes:

- Content of inflorescences "extra";
- The degree of injury of flowers;
- Harvested product purity;
- Losses of inflorescences on the ground.

The content of inflorescences "extra" is defined as the percentage ratio between the number or the amount of flowers with stalk less than or equal to 10 mm and the total number, respectively the total quantity of flowers of the sample to be analyzed.

Caracteristicile dimensionale ale pieptenilor sunt [3]:

1) $d=6$ mm

M_1 si M_2 : $p=12$ mm; $L=60$ mm; $b=6$ mm; $R_{M2}=60$ mm;
 N_1 si N_2 : $p=14$ mm; $L=80$ mm; $b=8$ mm; $R_{N2}=80$ mm;
 O_1 si O_2 : $p=16$ mm; $L=100$ mm; $b=10$ mm; $R_{N2}=100$ mm;

2) $d=4$ mm

S_1 si S_2 : $p=10$ mm; $L=60$ mm; $b=6$ mm; $R_{S2}=60$ mm;
 T_1 si T_2 : $p=12$ mm; $L=80$ mm; $b=8$ mm; $R_{T2}=80$ mm;
 V_1 si V_2 : $p=14$ mm; $L=100$ mm; $b=10$ mm; $R_{V2}=100$ mm;

REZULTATE SI CONCLUZII

Valoarea produsului obtinut la recoltarea inflorescentelor de musetel a fost exprimata prin urmatoorii indici calitativi de lucru:

- Continutul de inflorescente „extra”;
- Gradul de vatamare al florilor;
- Punitatea produsului recoltat;
- Pierderile de inflorescente pe sol.

Continutul de inflorescente „extra” se defineste ca fiind raportul procentual dintre numarul sau cantitatea de flori cu pedunculul mai mic sau egal cu 10mm si numarul total, respectiv cantitatea totala de flori a probei de analizat.

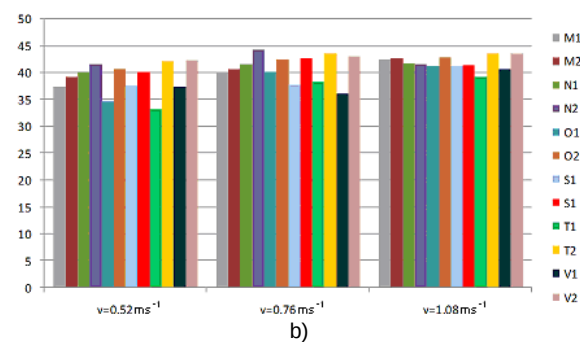
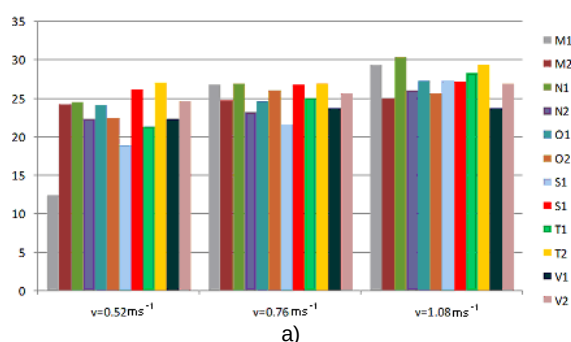


Fig. 2 - The content of inflorescences "extra" at a working speed of $v = 0.5 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of: a) $H=0.300\text{m}$ si b) $H=0.450\text{m}$

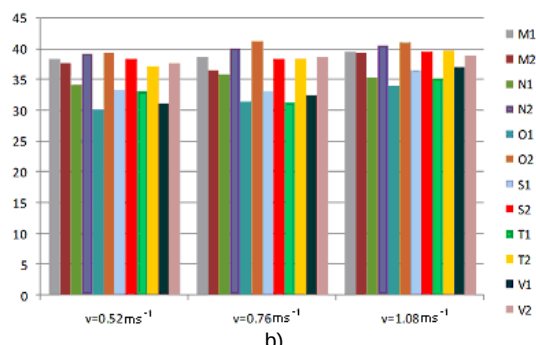
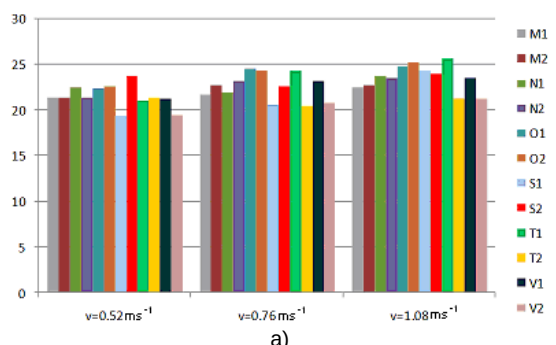


Fig. 3 - The content of inflorescences "extra" at a working speed of $v = 0.76 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{m}$ and b) $H=0.450\text{m}$

In Figures 2, 3 and 4 was analyzed the content of inflorescences "extra" from the harvested material with the variants of combs previously defined, for different linear speeds of the gatherer band ($v=0.5$; 0.76 ; 1.04 ms^{-1} at different working heights $H=0.300\text{m}$ si $H=0.450\text{m}$, for different working speeds of the equipment.

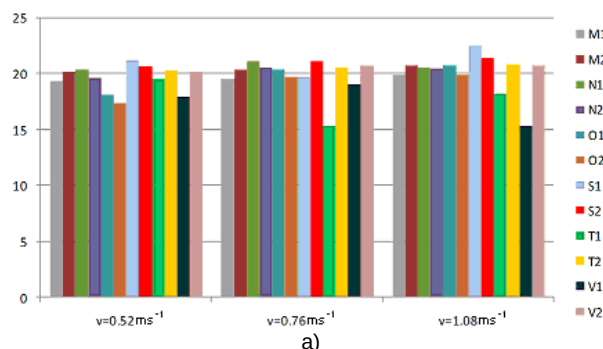
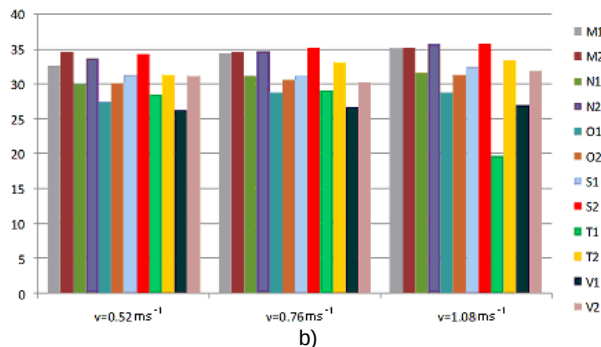
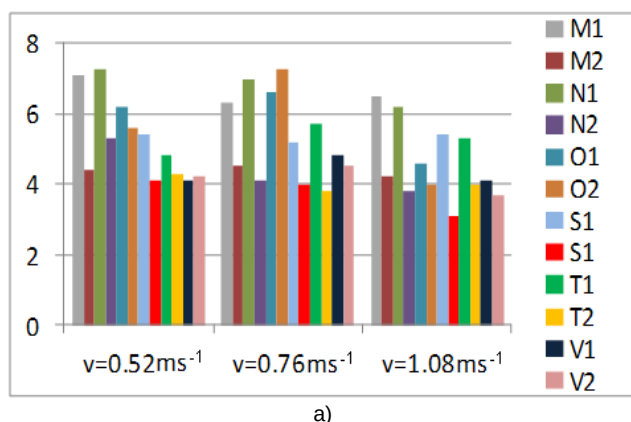


Fig. 4 - The content of inflorescences "extra" at a working speed of $v=1.04 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{m}$ and b) $H=0.450\text{m}$

The degree of injury of the flowers is expressed as being the ratio between the number or the amount of flowers injured in the harvesting process and the total number, respectively the total amount of flowers of the sample taken for analysis. The injured flowers are those flowers which were crushed or sectioned in the harvesting process.

In Figures 5,6 and 7 was analyzed the degree of injury of the flowers from the harvested material, in the same conditions as for the content of inflorescences "extra".



Gradul de vatamare al florilor se exprima ca fiind raportul procentual dintre numarul sau cantitatea de flori vatamate in procesul de recoltare si numarul total, respectiv cantitatea totala de flori a probei prelevata pentru analiza. Florile vatamate sunt acele flori care au fost strivite sau sectionate in procesul de recoltare.

In figurile 5,6 si 7 s-a analizat gradul de vatamare al florilor din materialul recoltat, in aceleasi conditii ca pentru continutul de inflorescente „extra”.

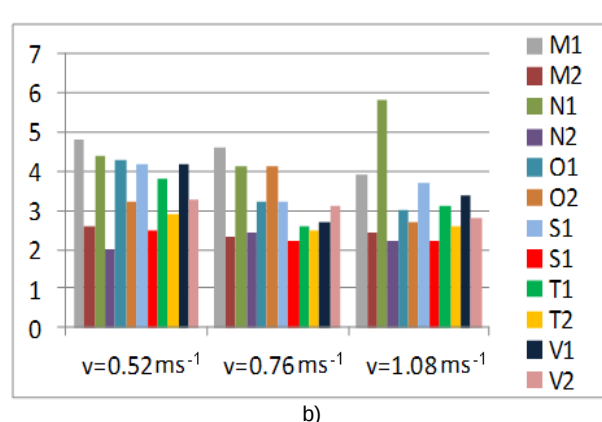


Fig. 5 - The degree of injury of the flowers at a working speed of $v=0.5 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{m}$ and b) $H=0.450\text{m}$

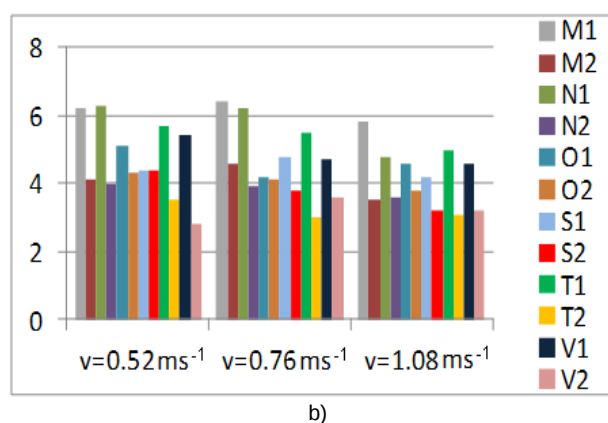
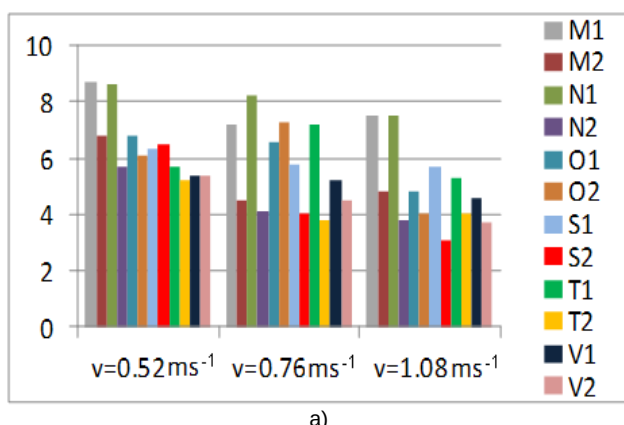


Fig. 6 - The degree of injury of the flowers at a working speed of $v=0.76 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{m}$ and b) $H=0.450\text{m}$

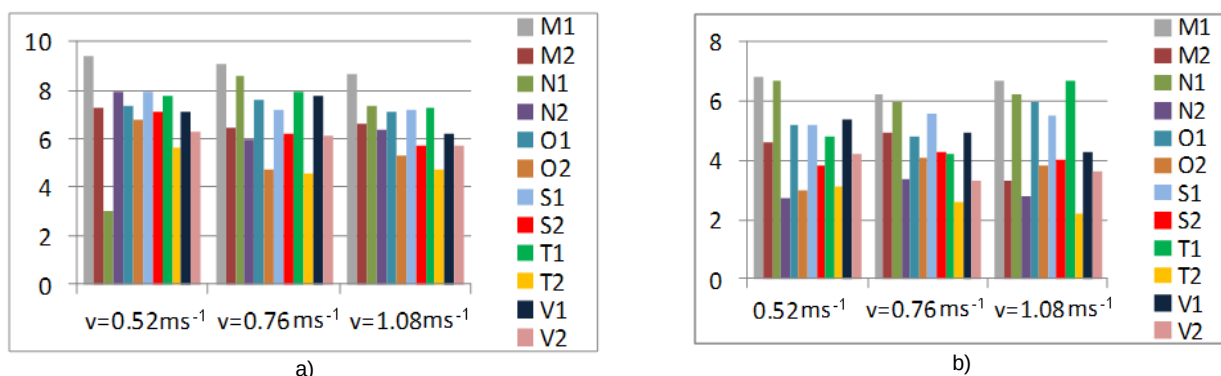


Fig. 7 - The degree of injury of the flowers at a working speed of $v=1.04\text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{ m}$ and b) $H=0.450\text{ m}$

For the determination of the purity of the product obtained at harvest, the samples of material were separated into fractions:

- Flowers without peduncle or with the peduncle $\leq 30\text{ mm}$;
- Flowers with the peduncle $>30\text{ mm}$, herba, weeds, impurities.

Pentru determinarea puritatii produsului obținut la recoltare, probele de material au fost separate în fracțiuni:

- Flori fără peduncul sau cu pedunculul $\leq 30\text{ mm}$;
- Flori cu pedunculul $>30\text{ mm}$, herba, buruieni, impurități.

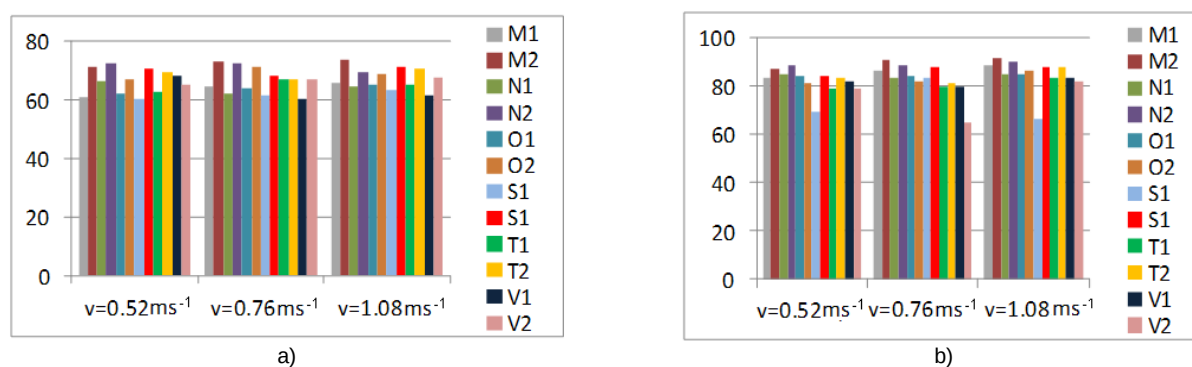


Fig. 8 - The purity of the harvested material at a working speed of $v=0.5\text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{ m}$ and b) $H=0.450\text{ m}$

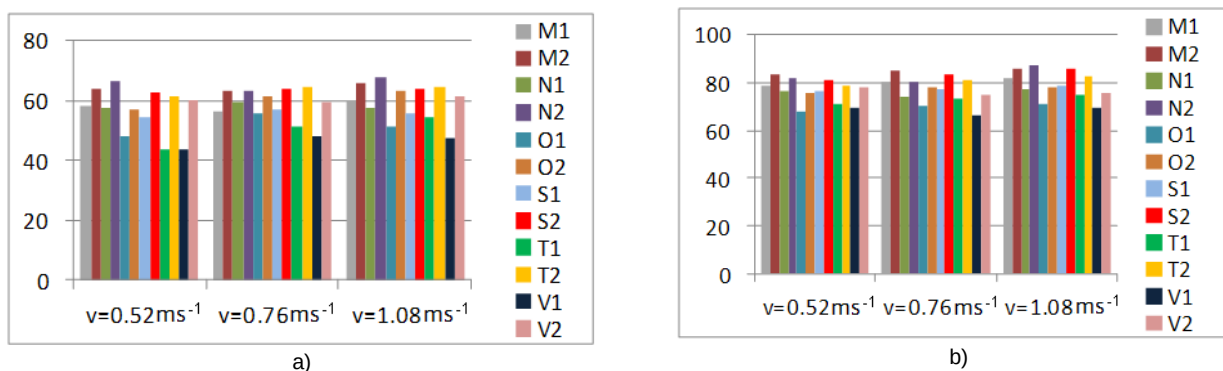


Fig. 9 - The purity of the harvested material at a working speed of $v=0.76\text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{ m}$ and b) $H=0.450\text{ m}$

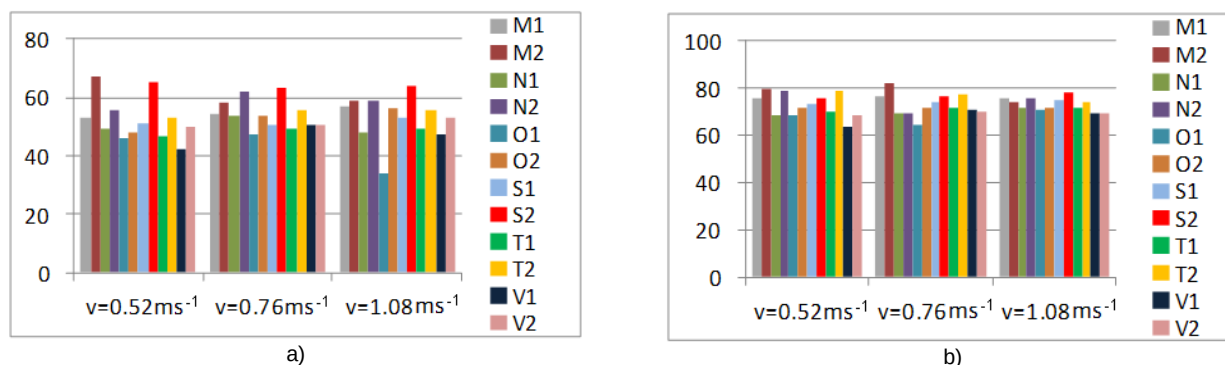


Fig. 10 - The purity of the harvested material at a working speed of $v=1.04\text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{ m}$ and b) $H=0.450\text{ m}$

The purity of the product obtained at harvesting was expressed as a percentage being the participation of the fraction of flowers without peduncle or with the peduncle $\leq 30\text{mm}$ at the analyzed sample of material from bunker.

In Figures 8, 9 and 10 was analyzed the purity of the product harvested in the same conditions as for the other two qualitative working indices previously analyzed.

The loss of inflorescences on the soil represents the detached flowers of the stalks in the harvesting process, that are not retained by the gatherer. Due to a number of factors difficult to control, these fall to the ground without being able to be recovered. The losses represent the ratio between the number of flowers fallen on the ground and the number of the detached flowers of the stalks per unit of area.

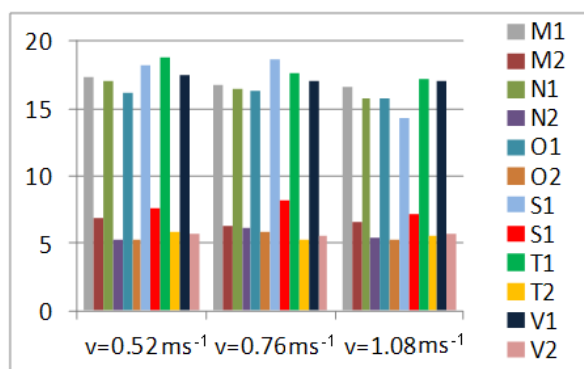
In Figures 11, 12 and 13 were analyzed the losses of inflorescences on the ground, under the same conditions as those presented above.

Puritatea produsului obținut la recoltare s-a exprimat procentual, fiind participatia fracțiunii florilor fara peduncul sau cu pedunculul $\leq 30\text{mm}$, la proba de material din bunker analizata.

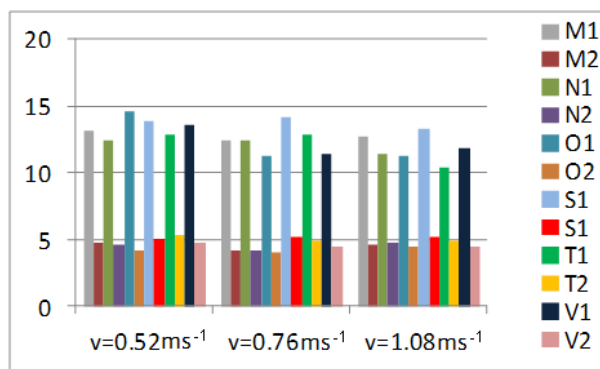
In figurile 8, 9 si 10 s-a analizat puritatea produsului recoltat in aceleasi conditii ca pentru ceilalti doi indici calitativi de lucru analizati anterior.

Pierderile de inflorescente pe sol reprezinta florile detasate de tulpini in procesul de recoltare, care nu sunt retinute de culegator. Datorita unui complex de factori greu de controlat, acestea cad pe sol fara a mai putea fi recuperate. Pierderile reprezinta raportul procentual dintre numarul florilor cazute pe sol si numarul florilor detasate de tulpini pe unitatea de suprafata.

In figurile 11, 12 si 13 s-au analizat pierderile de inflorescente pe sol, in aceleasi conditii ca cele prezentate anterior.

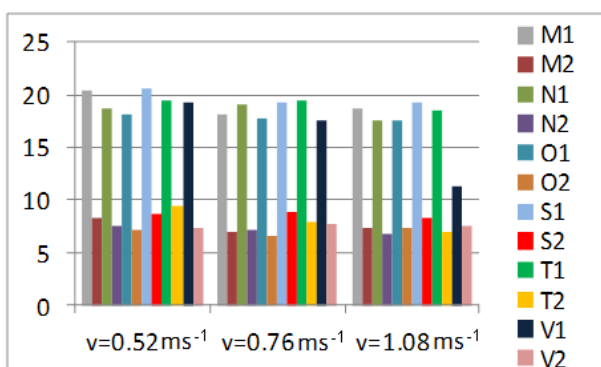


a)

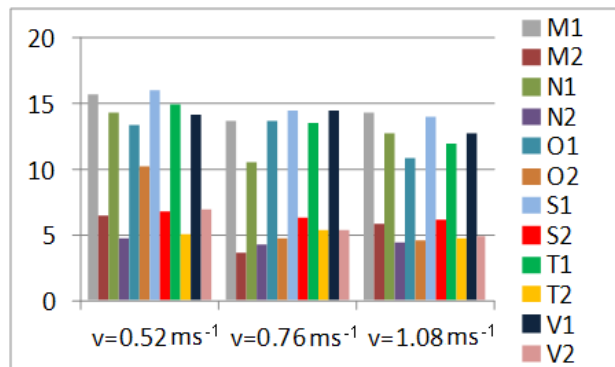


b)

Fig. 11 - The loss of inflorescences at a working speed of $v=0.5 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{m}$ and b) $H=0.450\text{m}$

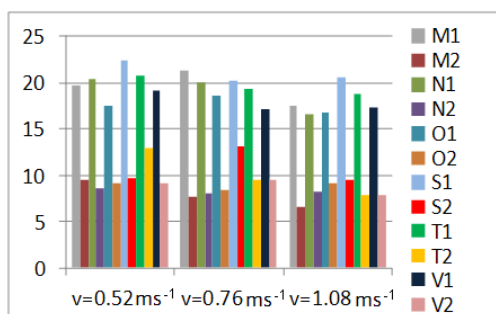


a)

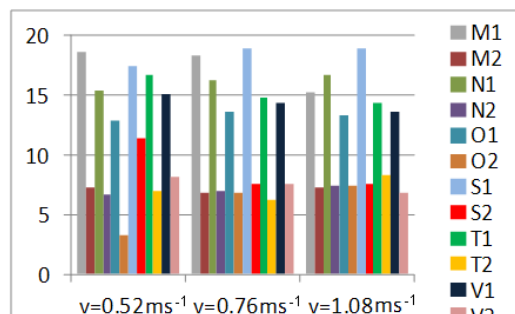


b)

Fig. 12 - The loss of inflorescences at a working speed of $v=0.76 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{m}$ and b) $H=0.450\text{m}$



a)



b)

Fig. 13 - The loss of inflorescences at a working speed of $v=1.04 \text{ kmh}^{-1}$ and a working height of a) $H=0.300\text{m}$ and b) $H=0.450\text{m}$

During the experiments it was observed that the nonuniformity of repartition of plants on the ground leads to the increase of inflorescences losses at harvesting.

The tests of exploitation were performed in the same culture where were determined the working qualitative indexes. Based on the timings performed, was established the average working speed, $v=0.94 \text{ km h}^{-1}$ and the structure of the working time, being calculated the main coefficients of use of working time during a working shift, shown in Table 3.

In timpul experimentarilor s-a observat ca neuniformitatea de repartitie a plantelor pe sol conduce la cresterea pierderilor de inflorescente la recoltare.

Incarcarile de exploatare s-au executat in aceeasi cultura in care s-au determinat indicii calitativi de lucru. Pe baza cronometrarilor efectuate, s-a stabilit viteza medie de lucru, $v=0.94 \text{ km h}^{-1}$ si structura timpului de lucru, fiind calculati principalii coeficienti de folosire a timpului de lucru pe durata unui schimb, prezentati in tabelul 3.

Table 3

Coefficients of use of working time

Den. no.	Coefficient of use of working time	Symbol	Value
1.	Coefficient of the use of operational time	K_{02}	0.950
2.	Coefficient of the use of the work shift time	K_{07}	0.780
3.	Technological safety coefficient	K_{41}	0.944
4.	Technical safety coefficient	K_{42}	0.980
5.	Operational safety coefficient	K_4	0.925

The value of the coefficient K_4 characterizing the equipment in terms of technological safety of active bodies and of the technical and operational safety, was adversely affected by some technological cloggings produced at gatherer and of the deformation of some teeth of spurs, caused by the weeds from the culture.

The productivity of harvesting aggregate determined under the conditions of achieving an average traveling speed in working $v=0.94 \text{ km h}^{-1}$ and of the coefficients of use of working time of the shift from the Table 3, is presented below in Table 4.

Valoarea coeficientului K_4 ce caracterizeaza echipamentul din punct de vedere al sigurantei tehnologice al organelor active si al sigurantei tehnice de functionare, a fost influentata nefavorabil de unele infundari tehnologice produse la culegator si ale deformarii unor dinti ai pietenilor, datorate buruienilor din cultura.

Productivitatea agregatului de recoltare determinata in conditiile realizarii unei viteze medii de deplasare in lucru $v=0.94 \text{ km h}^{-1}$ si a coeficientilor de folosire a timpului de lucru al schimbului din tabelul 3, se prezinta mai jos in tabelul 4.

Table 4

Aggregate productivity

Den. no.	Working Capacity	MU	Symbol	Value
1.	Working capacity at the actual time	ha/h	W_{ef}	0.188
2.	Working capacity at the operative time	ha/h	W_{02}	0.178
3.	Hourly working capacity	ha/h	W_{07}	0.146
4.	Working capacity in a working shift	ha/sch	W_{sch}	0.168

Completion of the evaluation of the process and of the resulting product at the harvesting of chamomile inflorescences with each of the variants of types and sizes of active bodies, was done in light of working qualitative indices. The comparative analysis was performed on 216 case examples (twelve types and sizes of active organs, three kinematic regimes of scrapers combs motion, two harvesting heights and three traveling speeds in working).

The content of inflorescences of „extra quality” records maximum values at a low working speed (0.5 km h^{-1}) in the case of the elements N2 and T2 at the high harvesting ($H=0.45 \text{ m}$), at high peripheral speeds of the plucking bodies. It follows that the dynamics plucking favors the increase of the inflorescences of "extra" quality in the product obtained at harvesting.

The harming degree of flowers varies inversely with the speed of active bodies, which demonstrates that "the dynamic plucking" also favors the process of detachment of the inflorescences from stalks, without injuries.

The purity of the harvested product records the highest values in the the case of variant of types and sizes N2. Also the product purity in the case of "high harvesting" is higher by 20-22% compared to the case of "low harvesting".

The analysis of the losses of inflorescences on the ground highlights the "cup effect" which is manifested more intensely in the case of curved combs compared to the combs with straight teeth. The losses records minimum values 4.2% and respectively 4%, for the active elements of N2 and O2 type.

Completarea evaluarii procesului si a produsului rezultat la recoltarea inflorescentelor de musetel cu fiecare din variantele tipo-dimensionale de organe active, s-a facut prin prisma indicilor calitativi de lucru. Analiza comparativa a fost efectuata pe 216 exemple de caz (douasprezece tipo-dimensiuni de organe active, trei regimuri cinematice de miscare a pieptenilor razuitoari, doua inaltime de recoltare si trei viteze de deplasare in lucru).

Continutul de inflorescente „calitatea extra” inregistreaza valori maxime la o viteza mica de lucru (0.5 km h^{-1}) in cazul elementelor N2 si T2 la recoltarea inalta ($H=0.45 \text{ m}$), la viteze periferice ridicate ale organelor de smulgere. Rezulta ca smulgerea dinamica favorizeaza cresterea continutului de inflorescente calitatea „extra” in produsul obtinut la recoltare.

Gradul de vatamare a florilor variaza invers proportional cu viteza organelor active, ceea ce demonstreaza ca "smulgerea dinamica" favorizeaza si procesul de detasare a inflorescentelor de tulpini, fara vatamari.

Puritatea produsului recoltat inregistraza valorile cele mai ridicate in cazul variantei tipo-dimensionale N2. De asemenea puritatea produsului in cazul „recoltarii inalte” este mai mare cu 20-22% fata de cazul „recoltarii joase”.

Analiza pierderilor de inflorescente pe sol pune in evidenta „efectul de cupa” care se manifesta mult mai intens in cazul pieptenilor cu dinti curbati fata de pieptenii cu dinti drepti. Pierderile inregistreaza valori minime de 4,2% si respectiv 4%, pentru elementele active de tip N2 si O2.

The global analysis of the results, within a complete evaluation of the working performances obtained at experimentations highlights the superiority of the combs with curved teeth compared to the combs with straight teeth, as well as the superiority of the "dynamic plucking" compared to the "slow plucking".

The conclusions drawn support the deployment of the harvesting process of chamomile inflorescences in two stages. At the "high harvesting" is obtained a high quality product, that can be efficiently capitalized. „The low harvesting" performed at the second passage (at an interval of 5-17 days) ensures a more complete harvesting in the expense of quality, allowing the obtaining of higher production per hectare.

The results obtained are arguments in order to relaunch the chamomile cultivation in Romania, as well as to achieve of some efficient equipment for the harvesting of its inflorescences. In the context of the sustainable agriculture, the mechanized harvesting represents an important prerequisite for achieving of profitable productions of medicinal and aromatic plants.

REFERENCES

- [1]. Ehler D. and col. - *Influence of comb parameters on picking properties for chamomile flowers* Industrial Crops and Products 33, Elsevier, 2011
- [2]. Muntean L. S. (1990), *Medicinal and aromatic plants cultivated in Romania*, Dacia Publishing House, Cluj;
- [3]. Muscalu A. si col. (2014) *Experimental research of the process of mechanized harvesting of chamomile inflorescences*, International Conference TE-RE-RD, Mamaia-Constanta, June 2014;
- [4]. Öztekin S. Martinov M. (2007), *Medicinal and aromatic plant crops - harvesting, drying, processing*, Haworth Press Trust of Agriculture & Food, New York.
- [5]. Roman Gh. V. si col. (2009) – *Cultivation of medicinal and aromatic plants in organic farming conditions*, CERES Publishing House, Bucharest.

Analiza globala a rezultatelor, intr-o evaluare completa a performantelor de lucru obtinute la experimentari pune in evidenta superioritatea pieptenilor cu dinti curbati fata de pieptenii cu dinti drepti, precum si superioritatea "smulgerii dinamice" fata de "smulgerea lenta".

Concluziile formulate sustin desfasurarea procesului de recoltare a inflorescentelor de musetel in doua etape. La „recoltarea inalta" se obtine un produs de calitate superioara, ce poate fi valorificat eficient. „Recoltarea joasa" efectuata la a doua trecere (la un interval de 5-17 zile) asigura o recoltare mai completa in detrimentul calitatii, permitand obtinerea unor productii superioare la hectar.

Rezultatele obtinute constituie argumente in vederea relansarii cultivarii musetelului in Romania, cat si pentru realizarea unor echipamente eficiente pentru recoltarea inflorescentelor acestuia. In contextul agriculturii durabile, recoltarea mecanizata reprezinta o importanta premiza pentru realizarea unor productii profitabile de plante medicinale si aromatice.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Ehler D. and col. – *Influenta parametrilor pieptenilor asupra procesului de recoltare a florilor de musetel* Industrial Crops and Products 33, Elsevier, 2011
- [2]. Muntean L. S. (1990), *Plante medicinale si aromatice cultivate in Romania*, Editura Dacia, Cluj;
- [3]. Muscalu A. si col. (2014) *Cercetarea experimentală a procesului de recoltare mecanizată a inflorescentelor de musetel*, Conferinta Internationala TE-RE-RD, Mamaia-Constanta, Iunie 2014;
- [4]. Öztekin S. Martinov M. (2007), *Culturi de plante medicinale si aromatice - Recoltare, Uscare, Procesare*, Trustul de Presă Haworth Agricultură &Alimentație, New York.
- [5]. Roman Gh. V. si col. (2009) – *Cultivarea plantelor medicinale si aromatice in conditiile agriculturii ecologice*, Editura CERES, Bucuresti.

PRELIMINARY CONSIDERATIONS ON THE DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR CALCULATING OPTIMAL OPERATING PARAMETERS FOR AGRICULTURAL AGGREGATES

CONSIDERATII PRELIMINARE PRIVIND REALIZAREA UNUI SISTEM DE CALCUL OPTIMAL AL PARAMETRIILOR DE EXPLOATARE A AGREGATELOR AGRICOLE

Eng. Ludig M., Eng. Bolintineanu G., Ph.D. Eng. Student Cujbescu D., Ph.D. Eng. Student. Persu C.

Polytechnic Universities Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania

Tel: 0731188931; E-mail: lud_mihai@yahoo.com

Abstract:

The data necessary for building a complex system for calculating the optimal operating parameters of agricultural aggregates are obtained after complex testing of agricultural aggregates. After testing the aggregates, the results can be used to create a database that can be used to estimate fuel consumption and choosing the right equipment.

This paper aims to present a way for achieving a computing IT system for determining the energy consumption for agricultural aggregates.

Keywords: Agricultural aggregate, energy consumption, fuel economy, tractor selection

INTRODUCTION

It is important that tractor specifications be appropriate for a specific activity. The amount of power that the tractor requires will depend on the tasks that are being carried out and the field conditions. A low power tractor that uses its whole power, will wear out quicker than a tractor that has a power reserve, due to the increased stress and and it can work with lower speed, and can have a shorter lifespan, while an oversized Tractor may never be used to its full capacity and will be operating inefficiently.

Choosing a tractor for tillage is important because tests have shown that at least 8% of the total power consumed by the tractor rolling resistance, is due to the weight of the tractor.

Drawbar power is the most important parameter to consider, as power is lost through transmission, wheel slip and friction.

It is important to consider the rolling resistance to establish the transmission coefficient [3], that includes tractors with CVT (continuous variable transmission) taking into account the special characteristics of this transmission.

MATERIAL AND METHOD

Among current trends of tractor tests mainly appears extension of operational testing systems of service type. In this regard, development of movable brake structures for testing to plug the tractor appears as a necessity imposed by the fuel economy issues and correct operational use.

It should be noted that the development of electronics provides the opportunity to achieve a robust and reliable devices for operational tests. Rational use of tractors must use their economic service duration as higher of two repairs. This means that the tractor is used for optimal charging modes, but at the same time it must be maintained observing the regulations in force. Therefore the optimal modes that are used are very important (adjustments, failures).

Optimal operating point is at 80-85%out of power, so the engine will have a sufficient reserve of power

Rezumat:

Datele necesare construcției unui sistem complex de calcul a parametrilor de exploatare optimă a agregatelor agricole se obțin în urma unor teste complexe ale agregatelor agricole. În urma testării agregatelor rezultatele testelor pot fi folosite pentru crearea unei baze de date care poate fi folosită pentru estimarea consumului de combustibil și pentru alegerea echipamentului potrivit.

Lucrarea de față își propune să prezinte o modalitate de realizare a unui sistem informatic de calcul în vederea stabilirii consumului de energie pentru agregate agricole.

Cuvinte cheie: Agregat agricol, consum energetic, economie carburant, alegere tractor

INTRODUCERE

Este important ca specificațiile tractorului să fie potrivite pentru o activitate specifică. Cantitatea de energie necesară pentru utilizarea tractorului va depinde de sarcinile care sunt efectuate și condițiile de teren. Un tractor de putere redusă, care folosește toată puterea pentru o anumită lucrare, se va uza mai repede față de unul care are o rezervă de putere, din cauza stresului ridicat și poate lucra cu viteze mai mici, și poate avea o durată de viață mai mică, în timp ce tractoarele supradimensionate nu pot fi utilizate la capacitate maximă și vor opera inefficient.

Alegerea unui tractor pentru lucrarea solului este importantă, deoarece, testele au demonstrat că cel puțin 7% din puterea totală a tractorului este consumată pe rezistența la rulare, datorată greutateii totale a tractorului.

Puterea la mecanismul de suspendare a mașinilor agricole cu prindere în trei puncte este cel mai important parametru care trebuie luat în considerare, puterea pierzându-se prin transmisie, patinare și rezistență.

Este important să se ia în considerare rezistența la rulare pentru a stabili coeficientul de transmitere [3], și se includ tractoarele cu CVT (transmisie variabilă continuă), luând în considerare caracteristicile specifice ale acestei transmisii.

MATERIAL ȘI METODĂ

Între tendințele actuale ale încercării tractoarelor se remarcă în principal extinderea sistemelor operative de încercare gen service. Sub acest aspect, dezvoltarea construcțiilor de frâne deplasabile pentru încercarea la priză a tractorului apare ca o necesitate impusă de problemele de economie a combustibilului și o corectă utilizare în exploatare.

Trebuie remarcat că dezvoltarea electronicii asigură posibilitatea realizării unei aparaturi robuste și sigure pentru încercările operative. Utilizarea rațională a tractoarelor trebuie să asigure folosirea economică a acestora pe o durată de serviciu cât mai mare între două reparații. Aceasta înseamnă că tractorul trebuie folosit la regimurile optime de încărcare, dar în același timp că trebuie întreținut respectându-se normativele în vigoare.

De aceea, sunt importante regimurile optime de folosire a tractoarelor, cum se pot obține și în mod succint principalele probleme privind întreținerea tractoarelor (reglaje, defectiuni, remedieri).

for momentary overloads and reserve time determined by relation:

$$K_M = \frac{M_{\max}}{M_{\text{nom}}} \quad (1)$$

where $M_{\max}$ is the maximum torque; and M_{nom} is the nominal torque; will be over 5%. By choosing this area of engine operation will not be above 95% of its maximum power, the oscillations will be reduced, which will encourage a better fuel combustion.

In the previous analysis was limited operating area, assuming that the motor is operating near the rated load, if it is not full engine power required for economical operation, it is advisable to use intermediate speed modes, if the tractor does not operate from an agricultural machine PTO requiring standard speed 540 rev/min to 1000 rev/min.

In order to achieve optimum engine load, namely at the respective tractor, in case of mounted or towed machines the two factors already known from which the tensile strength results[1], are available:

$$P_t = \frac{R \cdot V_t}{1000} \quad (2)$$

where

R is the traction force, in N and

V_t is the speed in m/s.

Varying the two factors we must obtain maximum tensile strength for tensile yield acceptable, but the values of the two factors are limited. The thrust for each type of tractor is limited by adhesion system running on the ground [4]. It can not be overcome the force of traction that for those soil conditions produces greater slip e.g 15% for wheeled tractors and 7% for crawler tractors.

The Sources of the Soil-aggregate interaction tractor-equipment aggregates are:

- 1) Tractor tyre-ground friction, μ
- 2) Aggregate friction wheel-soil, μ
- 3) Aggregate metal parts -soil friction, f
- 4) Soil density, ρ

The tractors, plows and machines that are tested [2] for fuel consumption calculation are listed in principle in Table 1 from a database containing agricultural aggregates.

Punctul de funcționare optim este la 80—85% din putere, astfel motorul va avea o rezervă suficientă de putere pentru suprasarcini momentane, iar rezerva de moment determinată de relația:

unde $M_{\max}$ este momentul motor maxim; iar M_{nom} este momentul motor nominal; va fi peste 5%. Prin alegerea acestei zone de funcționare motorul nu se va încălca mai mult de 95% din puterea sa maximă, oscilațiile turației vor fi reduse, ceea ce va favoriza și o ardere bună a combustibilului.

În cele analizate anterior s-a delimitat zona de funcționare, presupunând că motorul este solicitat aproape de sarcina nominală. În cazul că nu este necesară întreaga putere a motorului, pentru o funcționare economică, este recomandabil să se folosească regimuri de turație, dacă tractorul nu acționează de la priză o mașină agricolă care necesită turația standard 540 rot/min sau 1 000 rot/min.

Pentru a se obține sarcina optimă a motorului la tractorul respectiv, în cazul mașinilor purtate sau tractate ne stau la dispoziție cei doi factori deja cunoscuți din care rezultă [1] puterea de tracțiune:

unde:

R este forța de tracțiune, în N și

V_t este viteza în m/s.

Variind cei doi factori trebuie să obținem maximum de putere de tracțiune pentru un randament de tracțiune acceptabil, dar valorile celor doi factori sunt limitați. Astfel, forța de tracțiune la fiecare tip de tractor este limitată de aderența sistemului de rulare pe sol [4]. Nu se poate depăși acea forță de tracțiune care pentru condițiile respective de sol produce o patinare mai mare de exemplu de 15% pentru tractoarele pe roți și de 7% pentru tractoarele pe șenile.

Surse de interacțiune sol-agregat pentru agregatele tractor-echipament sunt următoarele:

- 1) Frecare roți tractor-sol, m
- 2) Frecare roți agregat-sol, m
- 3) Frecare părți metalice agregat-sol, f
- 4) Densitatea solului, ρ

Tractoarele, plugurile și mașinile agricole testate [2] pentru calculul consumului de combustibil sunt prezentate într-o configurație de principiu a bazei de date cu agregate agricole conform tabelului 1.

Tabel 1

Main configuration of the database with agricultural aggregate

TRACTOR / TRACTOR		PLUG / PLOW MASINA / MACHINE	
1 - U445	23 - John Deere 2080	1 - P 325 H	1 - Grapa GD 3.2 ME
2 - V445	24 - Deutz 6806	2 - OPAL 110/3	2 - Grapa GD 3 A
3 - L445	25 - Ford 8600	3 - OPAL 140/4	3 - Grapa GD 5.2
4 - U445DT	26 - International 584	4 - P2VA	4 - Grapa GD 7
5 - SV445	27 - Massey Ferguson 575	5 - P3VA	5 - Grapa GDG 421
6 - SN445	28 - Leyland 272	6 - PP4-30M	6 - Grapa ste lita GS 1.2
7 - SM445	29 - Renault 651	7 - PP-3-30M	7 - Kompactor BS 300
8 - U650M	30 - Zetor 6911	8 - PP-4-30	8 - Semanatoare SUP 21M
9 - U650DT	31 - Fiat 640	9 - PPS-4-35	
10 - S650	32 - David Brown 1410	10 - PP-2-30	
11 - SM800	33 - John Deere 2130	11 - POLU-4	
12 - S1500	34 - Fiat 880	12 - PRS-2-35	
13 - A1800A	35 - Ford 6600	13 - PTA-3-40	
14 - John Deere 1030	36 - International 784	14 - PTA-2-40	
15 - IH 484	37 - TDS 65	15 - PBD-60	
16 - David Brown 885	38 - TDS 75	16 - PCV2	
17 - Ford 3600	39 - TDS 95	17 - PCV4	
18 - Fiat 450	40 - TDS 105	18 - PL-5-25	
19 - Deutz 4506	41 - TDS 115	19 - PSP-3-35	
20 - U450	42 - CASE IH 552WD	20 - PSP-7-35	
21 - Zetor 6911	43 - CASE IH 554WD	21 - PRS-5-25	
22 - David Brown 995		22 - PRS-3-35	

The agricultural traction power required for other equipment than the plow [5] is calculated according to (3):

$$F_m = f \cdot g \cdot m + K \cdot B \quad (3)$$

where: m [Kg] is the mass of the equipment, K is the coefficient of linear traction resistance, B [m] is the working width of the machine, f is a soil-steel friction constant and g [m/s^2] is the gravitational acceleration constant

Regarding the operating speed, the user chooses it, compared to working speed calculated from the balance of power:

$$P_{\max} = P_a(v_{\max}) + P_m(v_{\max}) \quad (4)$$

$P_{\max}$ [HP] - maximum tractor power

P_a [HP] - power consumption for tractor self-movement

P_m [HP] - agricultural equipment traction power required

$v_{\max}$ [m/s] - maximum null slip tangible .

unde: m [Kg] este masa echipamentului, K este coeficientul de rezistență la tracțiune liniară, B [m] este lățimea de lucru a mașinii, f este o constantă de frecare sol-oțel, iar g [m/s^2] este accelerația gravitațională

În ceea ce privește viteza de lucru, se alege de către utilizator, prin comparație cu viteza maximă de lucru calculată din bilanțul puterilor:

$P_{\max}$ [CP] – puterea maximă a tractorului

P_a [CP] – puterea consumată pentru autodeplasarea tractorului

P_m [CP] – Puterea necesară tracțiunii mașinii agricole

$v_{\max}$ [m/s] – viteza maximă tangibilă la alunecare nulă.

RESULTS

Following the calculation, using a software developed by the paper's authors (the calculation algorithm is described extensively in the literature [6] and is not the subject of this paper) for the aggregate containing the TD5 95 tractor, the PP-3-30 M plow and the GS 1.2, stellar harrow the power variation related to the working speed and the soil resistance to deformation (Figure 2), is represented, resulting in the fuel consumption. The same can be done for other aggregates containing the tractors and agricultural machines presented in Table 1.

REZULTATE

În urma calculelor, folosind un software aflat în dezvoltare de către colectivul de autori ai lucrării (algoritmul de calcul este descris mai pe larg în literatura de specialitate [6] și nu face obiectul acestei lucrări), pentru agregatul format din tractor TD5 95, plugul PP-3-30 M și grapa stelată GS 1,2 s-a reprezentat variația puterii în funcție de viteza de lucru și de rezistența solului la deformare (figura 2), rezultând consumul de combustibil. Se poate proceda asemănător și pentru alte agregate formate din tractoarele și mașinile agricole prezentate în tabelul 1.

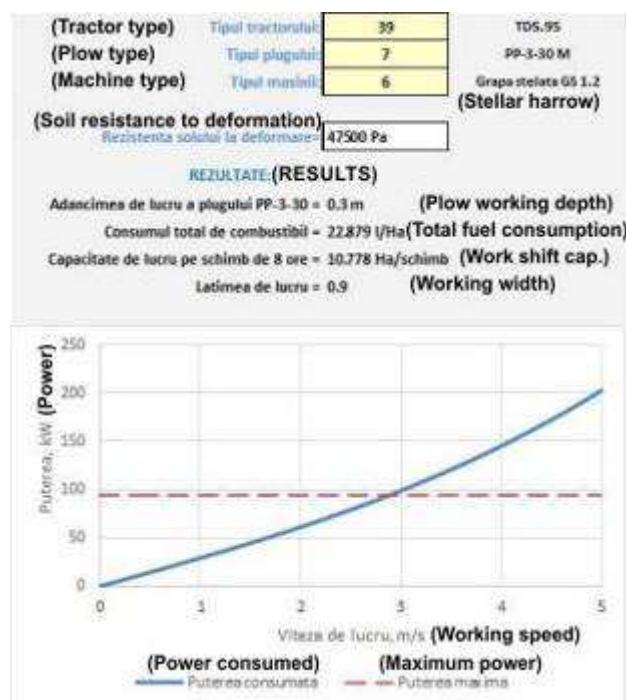


Fig 1 - Power consumption variation depending on the operating speed of the aggregate stellar harrow GS 1,2

CONCLUSIONS

This article attempts to summarize the issues in order to create an informational system in primary calculation of agricultural aggregates consumption.

Basic formulas and practices currently used for optimal operation of agricultural machinery are the basis for achieving an high quality informational system for calculations designed to facilitate optimal exploitation of agricultural aggregates.

CONCLUZII

Articolul încearcă să facă un sumar al metodei de realizare a unui sistem informațional în calculul primar al consumului agregatelor agricole.

Formulele și practicile de bază folosite în prezent pentru exploatarea optimă a mașinilor agricole sunt baza de pornire pentru realizarea unui sistem informațional performant pentru calcule menite să faciliteze exploatarea optimă a agregatelor agricole.

Aknowlegement

The results presented in this article were obtained with the support of The National Institute Of Research - Development for Machines and Installations Designed to Agriculture And Food Industry – INMA Bucharest.

REFERENCES

- [1]. Bria N., Voicu Gh., Burlea Gh. (1980) - *Effective use of E-684 potatoes harvesting combine*, "Agricultural Mechanization", no. 7
- [2]. Dobrescu C., Begheș H. (1978) - *Parameter optimization of propelled combines for minimizing the energy consumption per unit of production*, Magazine „Agricultural Mechanization”, no. 3/July;
- [3]. Dobrescu, C., Begheș H. (1977) - *Methods for optimizing agricultural machines and equipment parameters*, Agricultural Mechanization no. 3;
- [4]. Neculaiasa V., (1971) - *Tractors exploitation and agricultural machinery technology*. Polytechnic Institute of Iași
- [5]. Pleșoianu R. (1977) - *Measures to reduce fuel consumption and good management of fuel and energy, in the magazine*, Agricultural Mechanization no. 10/Oct.;
- [6]. Letoșnev M.N. (1959) - *Agricultural Machinery*, Ministry of Agriculture and Forestry , State Agro Forestry Publishing House, Bucharest.

Aknowlegement

Rezultatele prezentate în acest articol au fost obținute cu sprijinul Institutului National de Cercetare - Dezvoltare pentru Masini si Instalatii destinate Agriculturii si Industriei Alimentare – INMA Bucuresti.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bria N., Voicu Gh., Burlea Gh. (1980) - *Folosirea eficientă a combinei pentru recoltat cartofi E-684*. Mecanizarea agriculturii, nr. 7.
- [2]. Dobrescu C., Begheș H. (1978) - *Optimizarea parametrilor combinelor autopropulsate în scopul minimizării consumului de energie pe unitatea de producție*, Mecanizarea agriculturii, nr. 3/iulie;
- [3]. Dobrescu C., Begheș H. (1977) - *Metode de optimizare a parametrilor mașinilor și instalațiilor agricole*. Mecanizarea agriculturii nr. 3;
- [4]. Neculaiasa V. (1971) - *Tehnologia exploatarei tractoarelor și mașinilor agricole*. Institutul Politehnic Iași.
- [5]. Pleșoianu R. (1977) - *Măsuri pentru reducerea consumurilor și buna gospodărire a combustibililor și energiei*, Revista Mecanizarea Agriculturii nr. 10/oct.;
- [6]. Letoșnev M.N. (1959) - *Masini agricole*, Ministerul agriculturii si silviculturii editura agro - silvica de stat, Bucuresti.

APPROACH, LIMITS AND CRITERIA FOR FARM MACHINERY REPLACEMENT IN AGRICULTURE

ПОДХОД, ОГРАНИЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ПРИ ЗАМЯНА НА СЕЛСКОСТОПАНСКА ТЕХНИКА ЗА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Vezirov Ch.Z.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Atanasov At.Z.¹⁾,
Ph.D. Stud. Eng. Hristov H.Y.¹⁾, Ph.D. Eng. Vlăduț V.²⁾

¹⁾Ruse University, Agro-industrial Faculty / Bulgaria; ²⁾INMA Bucharest / Romania

E-mail: vezirov@uni-ruse.bg

Abstract: In the paper are discussed approaches for replacement of farm machinery. Some classifications of agricultural tractors are compared. It is suggested a multistage procedure for selection of appropriate combination of agricultural tractors and implements. Importance of language support, determination of agricultural aggregates' and machinery fleet's indices is been shown. A sample of list of appropriate machines for most common universal type tractor in Bulgaria is recommended.

Keywords: farm machinery replacement, choice-making, tractors, agricultural machines

INTRODUCTION

The renovation of tractor and machines fleet in agriculture is an important precondition for effectively implementing the mechanized activities. The right choice of the agricultural machinery provides realization of agricultural operations within short time, with lesser expenses of energy, fuel, machinery and with the required quality.

Two things are important for effectively using of agricultural machinery: its structure (types and quantity) and the way of its utilization. As the first is a prerequisite for the second, we will discuss it further.

The replacement of machinery may happen due to its physical and/or moral wearing-out. In the first case the expenses of the machines' maintenance in a workable condition will increase too much. In the second case there will exist more modern machines, realizing more up-to-date technologies, guarantying higher quality and production.

The concrete decision for realization of interchange is taking it on the base of technical or economic criteria. The examples of the economic approach in the renewing of tractor and machine fleet in the agriculture are found in [6, 12, 11], and of technical approach – in [28, 30]. Many authors prefer mathematical models for presenting of the process of choice and substitution of various machinery for agriculture [3, 8, 16]. Unfortunately, the formalized description of the work of the agricultural machines can lead to considerable mistakes. The base of such problem is using of economic and financial data for past time, inappropriate technologies, non optimal periods for work. In short: inaccuracies of input data lead to similar inaccuracies in result described by the proposed decision. In addition, the quick change of weather condition, the levels of weeds' level risk, diseases and plant pests, impose continuous actualization of the decision. Practically such continuous change of the chosen machinery is not possible. After the buying of the tractor, combine and other machines it is not appropriate many times to buy and sale them, because financial losses will be considerable.

Another problem is linked with necessity to use computers and special software for solving of

Резюме: Обсъдени са подходи за замяна на земеделска техника. Сравнени са класификации на селскостопанските трактори. Предложена е процедура за избор на подходящи съчетания на енергетични средства и работни машини за земеделието. Показана е важноста на лингвистичната подкрепа, определянето на показатели за селскостопанските агрегати и машинния парк. Препоръчвани са машини за най-разпространения тип трактори в България

Ключови думи: замяна на земеделска техника, избор, трактори, селскостопански машини

ВЪВЕДЕНИЕ

Обновяването на машинния парк в селското стопанство е важна предпоставка за ефективно осъществяване на механизирани дейности. Правилният избор на земеделска техника осигурява извършване на операциите в земеделието в кратки срокове, с по-малки разходи на енергия и с желаното качество.

Две неща са определящи за ефективното използване на техниката в земеделието: съставът ѝ (вид и количество) и начинът на използването ѝ. Тъй като първото е предпоставка за второто, по-нататък ще се спрем на него.

Замяната на техниката може да става поради физическото ѝ или морално ѝ остаряване. В първия случай разходите за поддръжка на машините в работоспособно състояние нарастват твърде много. Във втория случай вече съществуват по-модерни машини, осъществяващи по-модерни технологии, гарантиращи по-високо качество и производителност.

Конкретното решение за осъществяване на замяната се взема въз основа на технически или икономически критерии. Примери за икономически подход при обновяване на техниката в земеделието намираме в [6, 12, 11], а за технически подход - в [28, 30]. Много автори предпочитат математически модели за представяне на процеса за избор и замяна на техника за земеделието [3, 8, 16]. За съжаление формализираното описание на работата на земеделската техника може да доведе до съществени грешки. Основа за това са използването на икономически данни за минало време, неподходящи технологии, неоптимални срокове на работа. Накратко: неточностите на входните данни се показват в неточността на предлаганото решение. Допълнително бързото изменение на метеорологичната обстановка, нивата на опасност от плевели, болести и неприятели, налагат непрекъсната актуализация на решението. На практика обаче промяната на избраната техника не е възможна. След купуването на трактор, комбайн или друга техника не е изгодно многократно тя да се продава и купува нова, тъй като загубите са значителни.

Друг проблем е свързан с необходимостта да се използва компютърна техника и специализиран

mathematical problems with many equations, restrictions, complex model and a lot of uncontrolled and controlled variables. Many of small agricultural farmers and managers do not have access to such support or for them they are unprofitable.

CHOICE OF A TRACTOR FOR REPLACE

The main requirement for a tractor is to be able to operate with various machines, to combine necessary units, in order to move with appropriate velocity. Therefore there is provided sufficient productivity of the aggregate and respectively quality of the work. It is well known, that the movement of the machines will happen by traction and eventually by power take-off shaft or hydraulic transmission (pump and hydromotor). Therefore the possibilities of tractors, combines of other energy units are defined by the power capacity of their engine and the traction force at a various terrains.

There exist two ways for evaluation the capacities of agricultural tractors :

1. By power capacity of their engines
2. By so called towing class

The second way is used mainly in the countries of East and Central Europe, and the first one in the rest of the world.

In a standard [24] the borders of the towing classes for tractors are defined. For a certain tractor towing class can be defined by calculation or experimentally. For calculation it is recommended the following formula:

$$F_{mH} = A * M_m \quad (1)$$

where F_{mH} is nominal towing force (drawbar force) of the tractor, kN,

M_m – exploitation mass (weight) of the tractor, kg,

A – a coefficient for the agricultural tractors = 0.00324 at $M_m \leq 2600$, = 0.00373 at $M_m > 2600$ and type of farm tractors 4x2 and 3x2, = 0.00392 at $M_m > 2600$ and type of farm tractors 4x4, = 0.0049 for caterpillar tractors.

софтуер за решаване на математически задачи с много уравнения, ограничения, сложен модел и голям брой управляеми и неуправляеми променливи. Повечето от дребните земеделски стопани нямат достъп до такива услуги или за тях те са икономически неизгодни.

ИЗБОР НА ТРАКТОР ЗА ЗАМЯНА

Основно изискване към трактора е да задвижва машините, работещи с него, за да се движи с подходяща скорост. По този начин се осигурява достатъчна производителност на агрегата и качество на работата. Известно е, че задвижването на машините става чрез теглене и пряко с помощта на вал за отвеждане на мощност или хидромотор. Следователно възможностите на енергетичните машини се определят от мощността на двигателя им и теглителната сила за конкретен терен.

Съществуват два начина за оценка на възможностите на селскостопанските трактори:

1. По мощността на двигателите им
2. По тъй наречения теглителен клас

Вторият начин се ползва основно в страните от източна и централна Европа, а първият в останалия свят.

В държавен стандарт [24] са определени границите на теглителните класове за тракторите. За конкретен трактор теглителният клас се определя с изчисления или опитно. За пресмятане се ползва формулата:

където F_{mH} е номиналната теглителна сила на трактора, kN,

M_m - експлоатационна маса на трактора, kg,

A – коефициент за селскостопански трактори = 0,00324 при $M_m \leq 2600$, = 0,00373 при $M_m > 2600$ и формула на ходовата система 4x2 и 3x2, = 0,00392 при $M_m > 2600$ и формула на ходовата система 4x4, = 0,0049 за верижни трактори.

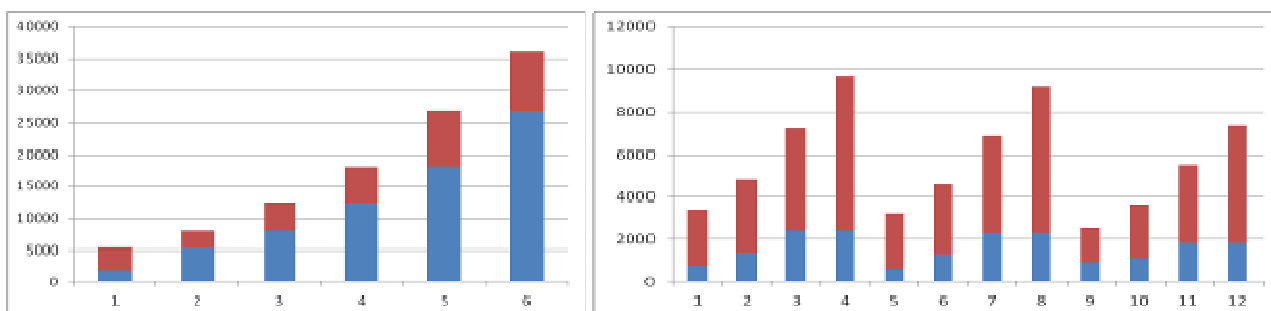


Fig. 1 – In left: relation between nominal drawbar force, N, and towing class: 1 – 0.2, 2 – 0.6, 3 – 0.9, 4 – 1.4, 5 – 2.0, 6 – 3.0; in right: relation between operating mass, kg, and nominal drawbar force, N: 1 – 4 for agricultural tractors 4x2 and 3x2, 5 – 6 for agricultural tractors 4x4, 9 – 12 for agricultural caterpillar tractor, class 0.9 – 1. 5, 9, class 1.4 – 2.6, 8, class 2.0 – 3. 7, 11, class 3.0 – 4. 8, 12

In the table 1 there are given the borders of drawbar forces F_{mH} and the masses for some of the towing classes. It can be seen that the nominal towing forces (on the left) cover the demands of all machines with different specific resistance force. On the graphic in the right we can see, that only on the exploitation mass of the tractor and type of farm tractors (4DW, 2WD, etc) we cannot evaluate its towing capabilities.

The experimental determination of the nominal towing force must be realized on stubble of winter cereals. It must be taken the biggest practical possible towing force and tractor with slipping less than 18% for tractors 4x2 и 3x2, 16% - for 4x4 and 5% for caterpillar tractors.

В таблица 1 са дадени границите на теглителните сили F_{mH} и масите за някои теглителни класове. Вижда се, че номиналните теглителните сили (вляво) покриват нуждите на всички машини с различно теглително съпротивление. От графиката вдясно разбираме, че само по експлоатационната маса на трактора и формулата на ходовата му система не може да оценим неговите теглителни възможности.

Опитното определяне на номиналната теглителна сила става върху стърнище на есенни житни култури. Тя е най-голямата практически възможна теглителна сила при ненадвишаване на буксуване 18% за трактори 4x2 и 3x2, 16% - за 4x4 и 5% за верижни трактори.

For comparing of towing capacities of tractors it can be used also experimental values of the coefficient of friction with the terrain. It is supposed that, the proportions of towing forces are the same for one tractor as the proportions between the coefficients of adhesion for different terrains.

As it is well known test of tractors and other machines for agriculture happens in the United States – Nebraska, Germany – near Frankfurt and other stations in Europe [13, 2, 15]. Some data are accessible from internet sources, for example for tractors in [17].

За сравняване на теглителните възможности на тракторите може да се използват и опитните стойности на коефициента на сцепление с терена. Предполага се, че съотношенията на теглителните сили за един и същ трактор са както съотношенията на коефициентите на сцепление за различните терени.

Както е известно изпитания на трактори и други машини за земеделието се правят САЩ – Небраска, Германия – край Франкфурт и други станции в Европа [13, 2, 15]. Някои данни са достъпни и в интернет, например за трактори в [17].



Fig. 2 - Simple list of tractors manufactured by Minsk Tractors Works. Engine power in horse power is on the abscise, on the ordinate – tractors modifications: as higher is row, tractors are with more advanced engines and extras. At right – one selected model

The data, given by producers of tractors, as a rule are referred only to a few indexes. For example, the producer of farm machinery set on the 8th place in the world - the Minsk tractors works, does not give explanations of the symbols in the labels of tractors model [27]. Nevertheless part of the data is presented attractively for the consumer with possibility for additional information – fig. 2.

Данните, предоставяни от производителите на трактори, по правило се отнасят до твърде малко показатели. Например производителя на техника за земеделието на осмо място в света – Минският тракторен завод, не дава обяснения за символите в наименованието на модела на трактора [27]. Независимо от това част от данните се представят атрактивно за потребителя с възможност за допълнително информиране – фиг. 2.

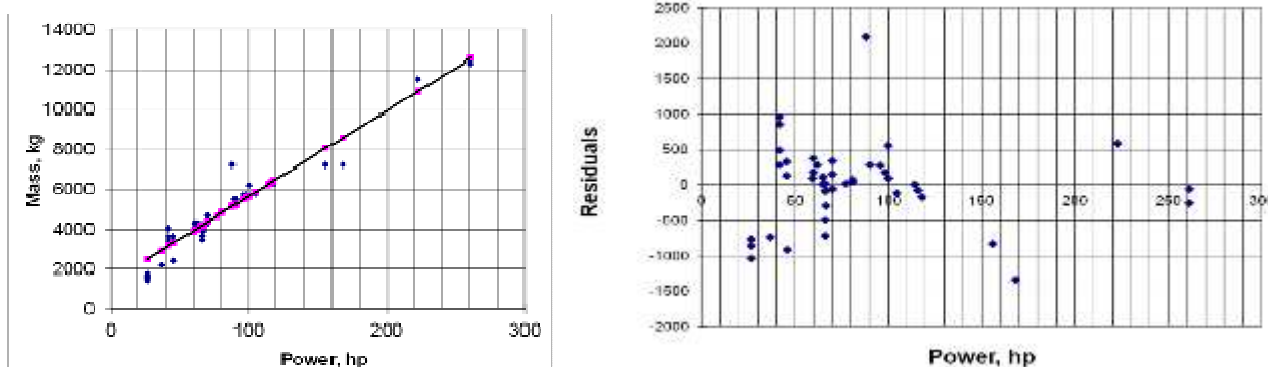


Fig. 3 - Relation between engine power and exploitation mass of tractors manufactured by Minsk tractors works. In left with blue color real points, with pink color – predicted values. In right – residual plot

The analysis of the data for the tractors of the Minsk tractors works shows, that there exists an approximately linear interrelation between power capacity of tractor engine and their exploitation mass – fig.3. The statistical analysis also shows a strong linear relation. In the analysis of variance (ANOVA) the criteria of Fisher is 218,3 and the critical value at the same time is 3.94. This proves also the existing of a strong relation. The regression analysis confirms the proportional relation between exploitation mass and power capacity. The constant term (intercept) is 1346, and the constant of proportionality – 42,95. The criterion of Student for the constants are respectively 8,78 and 27,26, which is more than the table value for the level of the confidence 0,99. Therefore the constants of the equation are significant. Nevertheless there is an inhomogeneous of dispersions and the anomaly remainders – the graphic on the right. This limits the possibility for using of linear model even in this case, which is only for one model of tractors.

The situation is similar when we try to determine a relation between towing class of the tractor, power capacity of its engine and exploitation mass. Graphically the relations are shown for the tractors of the Minsk tractors works on fig.4. Although with the increasing of the nominal towing force, respectively the towing class of the tractors increases the power capacity of their engines, the variance is essentially. This fact is a result of the installing of different engines with different specific power capacity towards tractors exploitation mass. Similarly for one and the same towing class, tractors have different exploitation mass. An exception we have only for the tractors of the towing class 0.6 - Belarus 310, 320 и 321, because the engines are with equal power capacity, notwithstanding their exploitation masses are different.

From the above it follows, that the towing abilities of tractors can be determined only specifically.

Анализът на данните за тракторите на Минския тракторен завод показва, че съществува примерно линейна зависимост между мощността на тракторния двигател и експлоатационната маса на трактора – фиг. 3. Статистическият анализ също показва силна линейна връзка. При дисперсионен (ANOVA) анализ критерият на Фишер е 218,3 при критична стойност 3,94, с което се доказва и числово съществуването на зависимост. Регресионният анализ потвърждава пропорционална връзка между експлоатационната маса и мощността. Свободният член е 1346, а коефициентът на пропорционалност – 42,95. Критериите на Стюдент за коефициентите са съответно 8,78 и 27,26, което е повече от табличната стойност за ниво на доверителна вероятност 0,99. Следователно коефициентите в уравнението са значими. Все пак е налице неоднородност на дисперсиите и аномални остатъци – графиката вдясно. Това ограничава възможността за използване на линейния модел даже в този случай, който е само за една марка трактори.

Подобно е положение с определянето на връзката между теглителния клас на трактора, мощността на двигателя му и експлоатационната му маса. Графично връзките са показани за тракторите на Минския тракторен завод на фиг. 4. Макар че с нарастването на номиналната теглителна сила, съответно теглителния клас на тракторите нараства мощността на двигателите им, разсейването е съществено. Този факт се дължи на монтирането на различни двигатели с различна специфична мощност спрямо единица експлоатационна маса. Аналогично за един и същ теглителен клас тракторите са различна експлоатационна маса. Изключение имаме само за тракторите от теглителен клас 0,6 - Беларус 310, 320 и 321, защото са с двигатели с еднаква мощност, макар експлоатационните им маса да са различни.

От изложеното до тук следва, че теглителните възможности на тракторите могат да се определят само конкретно.

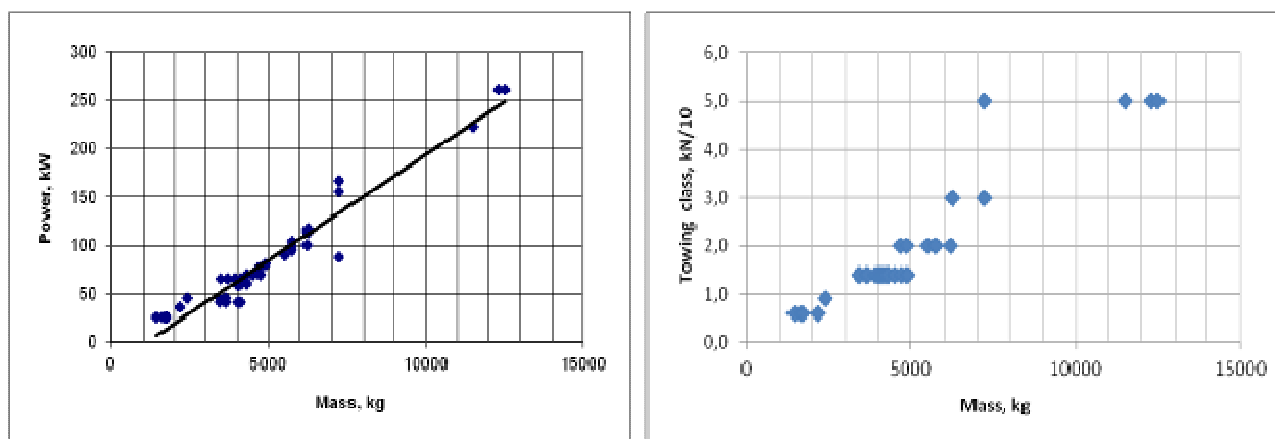


Fig. 4 - Relation between tractors' engine power and operating mass – in left, and in right – between towing class and operating mass

The power capacity necessary for operating of rotating and reciprocating moving parts of agricultural machines depends mainly on the condition of processed object (plants, soil...) and amount of proceed product per time. So the required power capacity of the tractor engine is defined still also from the need of the movement of the aggregate and for the traction of machines.

For the choice of the tractor it has to be take in consideration some of additional requirements: the appropriate angle velocity and the type of the PTO, the load capacity of three-points hitch, possibilities for regulation of adhesion force, transverse and longitudinal stability, especially in the work with mounted machine, the way of hitching the

Мощността необходима за задвижване на въртящи се или постъпателно-възвратни движещи се части на селскостопанските машини зависи основно от състоянието на обработвания продукт (растения, почва...) и постъпващата му маса за единица време. Така необходимата мощност на тракторния двигател се определя още и от нужната за движение на агрегата и за теглене на машините.

При избора на трактор трябва да се отчитат и някои допълнителни изисквания: подходяща ъглова скорост и типа на вала за отвеждане на мощност, товароспособността на навесната система, възможностите за регулиране на сцепното тегло, надлъжна и напречна устойчивост, особено при работа с навесни машини, начина на свързване на трактора с работната машина/и [2, 15].

working machine on the tractor [2, 15]. Of course the choice of the appropriate tractors should be heeded also the influence on the environment. Especially it is important for agriculture that tractors do not to compact and destroy too much the soil.

CHOICE OF AN AGRICULTURAL MACHINE FOR REPLACE

Indisputably the first thing, as it follows to be taken into consideration, is the level of achieving the necessary results. For example, the tillage can be evaluated by the quality of soil: loosening, inverting, mixing, crumbling, leveling, compacting, destroying; plants damages. Along with the quality, the work capacity of the machine with the maximum working velocity is important too.

As it was mentioned above it is necessary to know mass of proceeded product per time. The greatest amount of such mass without decreasing of quality defines field capacity of threshing and separation parts of machine, i.e. harvester. As it is known, it is different for various types of cultivated soils and plants, as well as their condition, for example moisture.

The greatest amount of proceeded mass without decreasing of quality depends on the working velocity, quality of the material, and its amount per one unit of area/volume. If there are plants cultivation it has to take into account that part of them remains on the field in stubble or as a scattered product.

The power capacity for towing of machines depends on the depth of tillage, the working width, and to lesser extent of working velocity, mass of machines and slope of the field.

Most often it is applied two well-founded approaches: East-European and North-American. There are described in [1, 4, 25, 28, 29]. The energy efficiency of aggregates also takes into account possibility for saving of fuel [9, 22].

PRINCIPLES FOR CHOICE OF APPROPRIATE COMBINATIONS BETWEEN TRACTORS AND MACHINES

Naturally the procedure for a choice of machinery, for replacing of used one begins with *defining of set* (a collection of distinct objects, considered as an object in its own right) *of the possible decisions*. It has to include all accessible for buying machines, satisfying requirements for environment protection, labor safety, quality and productivity and of course price. In order to be chosen modern machines, it is recommended to search such in neighboring countries too. Therefore it is necessary to know names, types, and other terms in the area of agricultural machinery. Most often they include also words about its exploitation, maintenance and repair, spare parts. In this case it is desirable to be used specialized dictionaries, a problem which was discussed more detailed in [18].

Further it follows this *set to be narrowed*, in order to enable final evaluation with as more as possibly indexes. In a case with tractors this happens after evaluation of needed tractor engine power and greatest towing force, as well as some additional requirements. And if only a tractor it will be replaced, then the new one should have enough power and towing abilities not less than the replaced tractor. In case of replacing a machine with similar working parts (tines, shanks, etc.), filed capacity, and working width should not be bigger as a rule. The impact of machine weight is lesser in the most cases and does not change its possibility for aggregation. This approach is acceptable for replacing of only one tractor or one machine.

If there will be replaced more different types of machines or their wheels, caterpillar track, working parts and other important characteristics usually there is significant difference. That's why it is necessary a *more accurate evaluation of their capability in various combinations*. To make easier their comparison it is

Естествено при избора на подходящи трактори трябва да се отчита и влиянието им върху околната среда. Особено важно за земеделието е те да не уплътняват и разрушават прекалено почвата.

ИЗБОР НА СЕЛСКОСТОПАНСКА МАШИНА ЗА ЗАМЯНА

Безспорно първото нещо, което следва да се вземе предвид, е степента на постигане на нужните резултати. Например при почвообработка това може да се оцени с качеството на разрушаване на почвата, едрината на буците, степента на унищожение на растенията. Наред с качеството важна е и производителността на машината при максимално допустимата работна скорост.

Както бе споменато по-горе необходимо е да се знае постъпващата маса обработваем продукт за единица време. Максимално възможната такава маса определя пропускателната способност на машината. Както е известно тя е различна за различни обработвани видове почви и растения, както и състоянието им, например тяхната влажност.

Фактичката постъпваща маса зависи от работната скорост и количеството обработван материал от единица площ/обем. Ако се обработват растения се отчита, че част от тях остава на полето в стърнище и разпилян продукт.

Мощността за теглене на машините зависи от дълбочината на обработка на почвата, ширината на работа, в по-малка степен от скоростта на движение, масата на машините и наклона на полето.

Най-често се прилагат два достатъчно обосновани подхода: източноевропейски и североамерикански. Тяхната същност е описана в [1, 4, 25, 28, 29]. Енергийна ефективност на агрегатите отчита и възможността за икономии на гориво [9, 22].

ПРИНЦИПИ ЗА ИЗБОР НА ПОДХОДЯЩИ СЪЧЕТАНИЯ МЕЖДУ ТРАКТОРИ И МАШИНИ

Естествено процедурата за избор на техника, с която да се замени до сега използваната, започва с *определяне на множеството на възможните решения*. То трябва да включва всички достъпни за купуване машини, удовлетворяващи изискванията за опазване на околната среда, безопасност на труда, качество и производителност и разбира се цена. За да се изберат съвременни машини, препоръчва се да се търсят такива и в съседни страни. За това е необходимо да се знаят наименованията и другите термините в областта на техниката за селското стопанство. Най-често става дума за такива за експлоатация, поддържане и ремонт, резервни части. В този случай е желателно да се ползват специализирани речници, въпрос който е обсъден по-подробно в [18].

По-нататък следва това *множество да се стеснява*, за да се улесни окончателната оценка с възможно повече показатели. При тракторите това става след оценка на нужните мощност на тракторния двигател и максимална теглителна сила, както и допълнителните изисквания. Ако се заменя само трактор, то новият такъв трябва да има мощност и теглителни възможности не по-малки от тези на заменяния трактор. При замяна на машина с такава с подобни работни органи и вместимости, работната ѝ ширина не трябва да е по-голяма. Влиянието на теглото на машината е по-малко и в повечето случаи не променя възможностите ѝ за агрегиране. Този подход е приемлив при замяна само на един трактор или една машина.

Ако се заменя повече различна по вид техника или ходовата им система, работните им органи и други техни характеристики съществено се различават. За това е нужна по-точна *оценка за съвместните им възможности*. За улесняване на нужното сравнение е

recommended a procedure for calculation of indexes of all possible agricultural aggregates. It allows applying of the North-American and the East-European approaches. For its automation it can be used relevant spreadsheets and databases [20].

In a *change of tractor and machine fleet*, for example due to change of area and/or growing plants, the evaluation can be complicated significantly. In this case it is recommended a simulation of all possible aggregates in a farm.

препоръчана процедура за пресмятане показателите на възможните агрегати. Тя позволява прилагането на подходите североамерикански и източноевропейски. За автоматизирането ѝ може да се ползват съответни електронни таблици и бази данни [20].

При *промяна в машинния парк*, например поради изменение на площите и/или отглежданите култури, оценката се усложнява значително. В този случай се препоръчва симулация на използването на всички възможни агрегати в стопанството. Процесът на

Table 1

Technical characteristics of some machines and trailers manufactured in Bulgaria eligible for tractor TK-80 or other 4x2 in towing class 1,4

Machine	Model	Features	Depth [cm] Carrying capacity	Width [m]	Mass [kg]	Speed ≤ [km/h]	Tractor [HP] Towing class
Plough mounted	PLC 3	Ordinary	до 33	1,08	620		80 +
Plough mounted	PN-2-30		до 27	0,6	380	6 - 9	80 +
Plough mounted	PNO-3-25	Rotated	до 22	0,75	560	6 - 10	40 - 60
Field cultivator	KCK-4	Mounted	до 12	4,1	650	≤ 15	0,9 - 1,4
Field cultivator + fertilizer	KHPT-5,6		до 15				60 - 80
Row cultivator	KMO		до 18	1,5 - 2,0		≤ 10	40 - 80
	KOB-4,2		4 до 10	4,2	700	6 - 9	60 - 80
Broadcast seeder	C3-3,75		2 до 8	3,75	1310	≤ 10	1,4
Planter for row crops	PC-6	Pneumatic	2 до 8	4,2	1210	≤ 8	1,4
Offset disc harrow	BDV 020	Pulled	до 16	2,07	2040	8 - 15	60 - 80
	BDP-3,0		до 16	3,0	2000	≤ 15	80 - 90
	BD 022	Mounted	до 24	2,2	1050	5 - 10	75
	BDN-2,0		10	2,0	520	8	40 - 60
Soil spiker	BRI-5,6		4 до 7	5,6	940	≤ 11	1,4
Boom sprayer	PSHP-12B	Pulled		13,5,16,0	1050	4 - 12	60 - 80
	AR3 12/16			12,0/16,0	1180/1460	≤ 10	1,4 - 2,0
Airflow sprayer	PVP-9A			3,5 - 10,0	1100	4 - 12	60 - 80
Universal sprayer	PPU-1500			12,5/6,0	810/800	4 - 12	60 - 80
	PPU-1001			12,5/6,0	600/625	4 - 12	60 - 80
Centrifugal spreader	TTS-2	Semimounted		до 36	950		
	TTSP-2,5M			до 36	800		
Disk roller	3TVD-4,0	Pulled		4,0	1200	6	55 + 1,4
Hydraulic disk roller	BTX-4,5D			4,5	2100	≤ 10	50 +
	BTX-6,0D			6,0	2500	≤ 10	50 +
Compactor	V 5,2			5,2			80+
Rotary tiller	F-200T/A	Mounted	18	2,0	505		65 - 80
	F-230T/A		18	2,3	615		80+
Mulcher	MA-504			4,2	1100		
	KAMT-4,2			4,2	1100		80
Agricultural dump trailer	PC3M	One-axis	2,175		3000		
	PC6-2	Double-axis	4,1		6000		
Squadron for two seeders	CPC-8	Pulled			540		80 - 100

Decision making process can be easier if relevant software is using, described more detailed in [19].

RESULTS

For the illustration of the procedure regarding replacement of machines for the agriculture may be used the above described procedure for tractor TK-80, production of the Karlovo tractor factory for farmers in the north-east central region (around the city of Ruse). Due to the lack of a place in the paper is presented less of the half of agricultural machines, produced in Bulgaria and appropriate for operations with this tractor. Apart from that, there are shown only those machines, which technical data can be accessed by internet. Also in this way there have not been shown the imported machined, being offered by traders of farm machinery in Bulgaria and the neighboring countries. The problem of choice and replace of harvesting machinery has been reviewed in another publication [21].

The additional resources of data have been used from agrometeorological handbooks and soil maps of the country. There is accepted an average condition, for example for soil moisture for the relevant period of operations. The norms for sowing, fertilizing, spraying are linked with average yields in the certain region and the following cultures: wheat/barley, maize, sunflower and rape.

It is desirable and advisable to be used at the same time data for the needed power of the tractor and its towing class.

It is clear, that part of the machines does not have wanted technical information, for example the greatest working speed. When there is a lack of the data for evaluation of machinery there is used interpolation and also extrapolation. The part of data about soil cone index (soil resistance) is checked for some of the fields by a dynamic penetrometer.

The shown table is obtained after a partly narrowing of area of possible decisions. It is not obligatory, but recommended, for specify decision making.

CONCLUSIONS

The offered decision making multi-step procedure for replacing of farm tractor and/or agricultural machine is appropriate not only for farmers, but also for specialists in agricultural engineering. For the applying in the most cases there are enough publications of farm machinery producers like manuals, brochure, handbooks, etc. with technical data.

REFERENCES

- [1]. ASAE D497.4 - *Agricultural Machinery Management Data*;
- [2]. ASAE S482 DEC98 - *Drawbars - Agricultural Wheel Tractors*;
- [3]. Bol M.B., Mohammed H.I. (1998) - *A mathematical model for farm machinery selection*.
http://www.susteh.edu/staff_publications;
- [4]. CIGR - *Plant Production Engineering*, Handbook of Agricultural Engineering. Volume III;
- [5]. DLG-Test Center Technology and Farm Inputs;
- [6]. Edwards W. (2013) - *Farm machinery selection*, Iowa State University, <http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a3-28.html>;
- [7]. European Network for Testing of Agricultural Machines (ENTAM);
- [8]. Glen J. (1987) - *Mathematical Models in Farm, Planning: A Survey*. Operations Research, vol. 35, pg. 641-666;
- [9]. Grisso R. (2007) - *Predicting Diesel Fuel Consumption*, http://bse.srv214.bse.vt.edu/Grisso/FBM/Ext_Fuel_Prediction.pdf;

вземане на решение може да се улесни с използването на съответен софтуер, описан по-подробно в [19].

РЕЗУЛТАТИ

За илюстриране на процедурата по замяна на машини за земеделието бе осъществена гореописаната процедура за трактор ТК-80, производство на Карловския тракторен завод за стопанства в североизточен централен район (около град Русе).. Поради липса на място са представени по-малко от половината от селскостопанските машини, произведени в България и подходящи за работа с този трактор. Освен това са показани само онези машини, за които има интернет достъп до основните им технически данни. Също така не са показани внасяните машини, предлагани от търговците на селскостопанска техника в България и съседните ѝ страни. Въпросът за избор и замяна на прибираща техника е разгледан в друга публикация [21].

Допълнителни източници на данни са ползвани от агрометеорологически справочници, почвени карти на страната. Приети са средни условия, например влажност на почвата за съответния период на работа. Нормите за сеитба, торене, пръскане са свързани със средните добиви за конкретните райони и следните култури: пшеница/ечемик, царевица, слънчоглед и рапица.

Желателно да се ползват едновременно данни за нужната мощност на трактора и неговия теглителен клас.

Вижда се, че за част от машините няма нужната техническа информация, например допустима работна скорост. При липса на данни за оценка на техниката се използва интерполация и даже екстраполация. Данните за почвеното съпротивление са проверени за някои полета с помощта на почвен твърдомер (пенетрометър).

Показаната таблица е получена след частично стесняване на областта на възможните решения и не е задължителна, а препоръчителна, при вземането на конкретно решение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложената многостъпкова процедура за вземане на решение за замяна на трактор или селскостопанска машина е подходяща както за фермери така и за специалисти по трактори и селскостопански машини. За прилагането ѝ в повечето случаи са достатъчни данни публикувани от производителите и търговците на техника за земеделието

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ASAE D497.4. *Agricultural Machinery Management Data*;
- [2]. ASAE S482 DEC98. *Drawbars - Agricultural Wheel Tractors*;
- [3]. Bol M.B., Mohammed H.I. (1998) - *A mathematical model for farm machinery selection*.
http://www.susteh.edu/staff_publications;
- [4]. *CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Volume III. Plant Production Engineering*;
- [5]. DLG-Test Center Technology and Farm Inputs;
- [6]. Edwards W. (2013) *Farm machinery selection*, Iowa State University, <http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a3-28.html>;
- [7]. European Network for Testing of Agricultural Machines (ENTAM);
- [8]. Glen J. (1987) *Mathematical Models in Farm. Planning: A Survey*. Operations Research, vol 35, pp. 641-666;
- [9]. Grisso R. (2007) - *Predicting Diesel Fuel Consumption*,

- [10]. Grisso R. (2010) - *Predicting Tractor Diesel Fuel Consumption*, <http://pubs.ext.vt.edu/442/442-073/442-073.html>;
- [11]. Hunt D. (2001) – *Farm power and machinery management*, Tenth Edition;
- [12]. Kletke D. (1989) - *Selection of farm machinery replacement criterion using simulation*, Southern journal of agricultural economics, 6;
- [13]. *** - Nebraska Tractor Test Laboratory, <http://tractortestlab.unl.edu/>;
- [13]. Pagoulatos A., Blackwell M. (1996) - *Equipment replacement in agriculture: the case of 110-HP tractor with an overhauling option*, Review of Agricultural Economics, vol. 18, № 1, pg 115 – 125;
- [15]. Power Take - Off (PTO) Types, <http://www.tractordata.com/articles/technical/pto.html>;
- [16]. Thornley J., France J. (2007) - *Mathematical models in agriculture*, CABI;
- [17]. *** - Tractor Data USA, <http://www.tractordata.com>;
- [18]. Vezirov Ch., Atanasov At., Hristov Hr.Y. (2013) *Illustrated multilanguage dictionary of agricultural machinery for collaboration between farmers, producers, and scientists in Balkan region*, In: International Conference "Impact of Climate Change on the Environment and the Economy" April, 22-24, Belgrade;
- [19]. Vezirov Ch., Atanasov At., Hristov Hr.Y., Ginchev. G. (2013) - *Determination of resources necessities in agricultural production*. In: Proceedings of the 41. International symposium on Agricultural engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija 19. – 22. February;
- [20]. Vezirov Ch., Atanasov At., Hristov Hr.Y., Lashev V. (2013) - *Methods for assessment of tractor and agricultural machines combinations*, Proceedings of the Fifth International Conference Energy efficiency and agricultural engineering, Ruse, Bulgaria, pg.169 177;
- [21]. Vezirov Ch., Br. Neykov, D. Velikova. (2012) - *Selection of machinery for harvest of rapeseed and other grain crops*, Conference "Biofuels - source of common sustainable development in the crossborder cooperation" - Ruse, Bulgaria, 16th -17th October Ruse;
- [22]. Ageev L. (1978) - *Basic of calculation of optimal and acceptable regimes of tractors aggregates*;
- [23]. Biryukov A. (2010) - *Rational types of Russian tractors for farmers*. Fixed assets, № 6;
- [24]. GOST 27021-86 - *Agricultural and forestry tractors. Towing classes*;
- [25]. Zangiev at all. (2006) - *Using of tractor and machine fleet*;
- [26]. Krasnoschtekov N.B., Lipkovich E.I. (2010) - *Does Russia need test stations?*, Tractors and Agricultural Machines, 7;
- [27]. *** - Minsk Tractor Works. Tractors, <http://www.belarus-tractor.com/en/main.aspx?guid=1621>;
- [28]. Ministry of SHRF. (2013) - *Utilization in system for renewing of farm machinery in agro-industrial complexes*;
- [29]. Fere N.E. (1969) *Manual on tractor-machine fleet using*;
- [30]. Chernoi Ivanov A.G., Shapiro A.I. (2013) - *Wear, storage and disposal of agricultural machinery: integrated research experience*. Scientific Journal of Kuban State Agrarian University, № 86 (02);
- http://bse.srv214.bse.vt.edu/Grisso/FBM/Ext_Fuel_Prediction.pdf;
- [10]. Grisso R. (2010) - *Predicting Tractor Diesel Fuel Consumption*, <http://pubs.ext.vt.edu/442/442-073/442-073.html>;
- [11]. Hunt D. (2001) – *Farm power and machinery management. Tenth Edition*;
- [12]. Kletke D. (1989) - *Selection of farm machinery replacement criterion using simulation*, Southern journal of agricultural economics, 6;
- [13]. *** - Nebraska Tractor Test Laboratory, <http://tractortestlab.unl.edu/>;
- [13]. Pagoulatos A., Blackwell M. (1996) - *Equipment replacement in agriculture: the case of 110-HP tractor with an overhauling option*, Review of Agricultural Economics. Vol. 18, № 1, pp 115 – 125;
- [15]. Power Take - Off (PTO) Types, <http://www.tractordata.com/articles/technical/pto.html>;
- [16]. Thornley J., France J. (2007) - *Mathematical models in agriculture*, CABI;
- [17]. *** - Tractor Data USA, <http://www.tractordata.com>;
- [18]. Vezirov Ch., Atanasov At., Hristov Hr.Y. (2013) - *Illustrated multilanguage dictionary of agricultural machinery for collaboration between farmers, producers, and scientists in Balkan region*, In: International Conference "Impact of Climate Change on the Environment and the Economy" April, 22-24, Belgrade;
- [19]. Vezirov Ch., Atanasov At., Hristov Hr.Y., Ginchev. G. (2013) - *Determination of resources necessities in agricultural production*. In: Proceedings of the 41. International symposium on Agricultural engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija 19. – 22. February;
- [20]. Vezirov Ch., Atanasov At., Hristov Hr.Y., Lashev V. (2013) - *Methods for assessment of tractor and agricultural machines combinations*, Proceedings of the Fifth International Conference Energy efficiency and agricultural engineering, Ruse, Bulgaria, pp.169 177;
- [21]. Vezirov Ch., Br. Neykov, D. Velikova. (2012) - *Selection of machinery for harvest of rapeseed and other grain crops*, Conference "Biofuels - source of common sustainable development in the crossborder cooperation" - Ruse, Bulgaria, 16th -17th October 2012., Ruse;
- [22]. Агеев Л. (1978) - *Основы расчета оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов*;
- [23]. Бирюков А. (2010) - *Рациональный типаж российских тракторов для аграриев*. Основные средства, № 6;
- [24]. ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85) - *Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы*;
- [25]. Зангиев А. и др. (2007) - *Эксплуатация машинно-тракторного парка*;
- [26]. Краснощёков Н.В., Липкович Э.И. (2010) - *Нужны ли России машиноиспытательные станции? Тракторы и сельхозмашины*, 7;
- [27]. *Минский тракторный завод. Тракторы*, <http://www.belarus-tractor.com/main.aspx?guid=1621>;
- [28]. Министерство СХРФ. (2013) - *Утилизация в системе обновления сельскохозяйственной техники в АПК*;
- [29]. Фере Н.Э. (1969) - *Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка*;
- [30]. Черноиванов А.Г., Шапиро А.И. (2013) - *Износ, списание и утилизация сельскохозяйственной техники: опыт комплексного исследования*, Научный журнал КубГАУ, № 86 (02);

MOIRÉ SUPPORTED STRAIN DISTRIBUTION DETERMINATION ON MACHINE ELEMENTS OF DISCONTINUOUS GEOMETRY

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DE PEÇAS MECÂNICAS DE GEOMETRIA DESCONTÍNUA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE MOIRÉ POR PHASE-SHIFTING

Prof. Ph.D. Eng. Jonathan Gazzola⁽¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Kellen C. Cardoso⁽²⁾
Ph.D. Stud. Eng. Marcos V. G. Silva⁽²⁾, Prof. Ph.D. Eng. Inácio M. D. Fabbro⁽²⁾

⁽¹⁾Department of Agricultural Engineering, UFS, Aracaju, SE / Brazil;

⁽²⁾Faculty of Agricultural Engineering, UNICAMP, Campinas, SP / Brazil

Tel: +55 19 3521-1059; E-mail: inacio@feagri.unicamp.br

Abstract: A diaphragm spring was chosen as a machine element of complex geometry, which integrates the clutch assembly. The tabs misalignment may result in vibrations transmitted to the clutch system, as well as difficulties in driving the pedal and can also generate components deformation and thus premature wearing of the whole clutch system. The displacement of the diaphragm spring during clutch driving promotes alterations on the stress and strain distribution on its profile as well as on the components associated to the spring, and tabs misalignment turns this distribution not uniform. The determination of stress and strain is widely used in engineering. Classical methods as electrical strain gage, mechanical gage and finite element simulations are useful to the qualification and quantification of load distribution in the specimens. Photoelastic techniques are gaining space, because it facilitates the stress and strain distribution determination, allowing clear visualization of the undergoing phenomena based on a quick and reliable experimentation. The shadow moiré and projection moiré techniques are the most commonly used methods primarily due to its measurement simplicity and quickness which supports frequent studies and proposed applications. The advantage of using moiré techniques is associated to the requirement of simple experimental setup for image acquisition and processing as well as its application to bodies of simple or complex geometry. The purpose of this study was to apply a moiré technique to obtain the stress and strain qualification and quantification on a spring membrane taken as a machine component of complex geometry. The shadow moiré technique can assist the simulation to determine the strain, stress distribution on diaphragm spring surface. The computer simulation by finite element technique and strain gauges, were used as the basis of comparison between the results obtained by the moiré method to validate the application of the proposed optical method to study of mechanical elements of complex geometry.

Keywords: moiré techniques, stress and strain distribution, spring membrane, machine elements of complex geometry.

INTRODUCTION

Three dimensional coordinate data of machine elements are very important for mechanical design, reverse engineering, quality control, as well as to feed computer programs based on finite elements and others methods. Many authors refer to three dimensional survey of testing bodies as *topographic survey*. The pertinent literature discloses several techniques devoted to three dimensional coordinates generation of bodies with regular or irregular geometry, as hologram, speckle, moiré, pantograph and others. Optical methods can be used to describe the testing specimen in a three dimensional view, or even as photomechanical technique, i.e., to obtain the stress and strain distribution on the body surface. Classic photoelasticity is considered the ancestor of the photomechanical methods. However, some authors refer as *photoelastic moiré* or *topographic moiré*. Moiré

Resumo: Uma peça de mola lâmina, a qual inclui a montagem de um mecanismo de embreagem foi selecionada para representar um elemento de máquina de geometria complexa. A falta de alinhamento dos elementos da mola pode transmitir vibrações para todo o sistema, bem como deformações permanentes em elementos do sistema e consequentemente induzir a desgaste prematuro. A deformação do diafragma durante a operação gera alterações na distribuição de carga e deformação em todo o sistema. A determinação de carga e deformação é amplamente utilizada na engenharia em geral. Métodos clássicos, como strain gage, elementos finitos e outros são bastante úteis na quantificação e qualificação de distribuição de cargas e deformação nos corpos em estudo. Técnicas fotoelásticas têm se tornado popular nos últimos anos, ganhando espaço por facilitar a determinação da distribuição de carga e deformação mesmo em corpos de geometria complexa. Esses métodos oferecem facilidade de operação, rapidez e baixo custo. As vantagens da aplicação de técnicas de moiré estão associadas ao requerimento de aparatos experimentais relativamente simples para aquisição e processamento de imagens em corpos de geometria simples ou mesmo complexas. O objetivo deste trabalho de pesquisa foi o de aplicar a técnica denominada shadow moiré para determinar a distribuição de deformação e carga na superfície de mola membrana tomada como objeto de prova. A simulação por elementos finitos e por strain gages foram levadas a cabo com a finalidade de comparação e validação da técnica óptica proposta no estudo de elementos de máquinas de geometria complexa.

Palavras Chave: técnicas de moiré, distribuição de cargas e deformações, mola membrana, elementos de máquina, fotoelasticidade.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho destina-se ao estudo da técnica de *moiré* para levantamento topográfico de peças mecânicas com geometria descontínua. A importância deste estudo visa avaliar o uso da técnica de *moiré* para levantamento topográfico de peças mecânicas e seu uso para controle de qualidade de peças, tão bem como, para engenharia reversa. A técnica de *moiré* fundamenta-se no deslocamento relativo de duas grades ao qual fornecem franjas padrões com informações de superfície de um objeto. Pela técnica de moiré por phase-shifting, grades deslocadas de 90° podem fornecer tais informações em um caso típico de interferometria óptica. As grades são formadas por grades de cor clara e escura e de mesmo período, ou seja, mesma largura. A disposição das grades pode ser dos mais diversos formatos possíveis, porém as mais utilizadas são as grades formadas por faixas. However, some authors

methods can be considered as a family of optical techniques, presenting a broad variation of methods, based on printing or on the projection of optical grids onto the testing body surface. The moiré phenomenon takes place when two optical grids of certain density are superposed at a specific angle; fringes are generated with different period and angle of the two initial screens (LINO; DAL FABBRO, 2004). Variations of moiré methods include the application of virtual grids, Fourier, etc. However, the objectives of this research work do not include the description the moiré methods, but only the application of a specific technique to reproduce the three dimension coordinate data of a machine element which shape is considered complex. The machine element was represented by a diaphragm spring which is of common occurrence in tractor as well as in transporting vehicles clutch system.

MATERIAL AND METHODS

The experimental part of this research work was carried in the Laboratory of Optics in the Faculty of Agricultural Engineering at the State University of Campinas, SP, Brazil. The selected experimental setup included a 7.1 MegaPixels SAMSUNG digital camera, an Epson multimedia projector and PC, all arranged to project the optical grids onto the testing body surface. The testing machine element was represented by a diaphragm spring used in tractor, the clutch assembly being painted with opaque white color to improve contrast. The testing element was fixed to metal white board with magnets kept at vertical position. Image processing was supported by the ImageJ and RisingSun *Moiré* programs. Six images were processed to obtain the final topographic representation of the testing machine element.

The first image was taken from the grid projected onto the testing element, the four following images were obtained from the grid projection onto the background, but out of phase by 90° one from each other and the last image was taken from the object without the optical grid, i.e. to generate the mask.

Images were first open in the ImageJ software, converting all of them to 8 bits (gray scale). Firstly, the image without grid was selected to generate the mask. The element shape was selected from the background by means of the Threshold command, separating the pixel by tonality. That image was then transformed into a binary image containing the element shape with vector value of 1 and the background with vector value equal to zero. Images of the element and the images with the grid on the background were multiplied by the binary mask by means of the Image Calculator command to select the area of interest.

Grid interference was carried with the support of the ImageJ through the vectorial difference by the Difference command of the Image Calculator. Later on, a filtration was carried by means of the Gaussian Blur command to remove noises generated by the grid projection onto the testing element, keeping only the pattern fringes. That procedure produced four images which were saved in a BMP file.

Following, these images were opened in the RisingSun *Moiré* program and by means of the Calculate Phase command the wrapped image was obtained. The command Calculate Displacement from Phase carried the unwrapping procedure to save in BMP. Finally, the image was open in the ImageJ program and through the Interactive 3D Surface Plot the three dimensional image of the testing body was finally obtained. The Plot Profile

refer as *photoelastic moiré* or *topographic moiré*. Moiré methods can be considered as a family of optical techniques, presenting a broad variation of methods, based on printing or on the projection of optical grids onto the testing body surface. The moiré phenomenon takes place when two optical grids of certain density are superposed at a specific angle; fringes are generated with different period and angle of the two initial screens (LINO; DAL FABBRO, 2004). Variations of moiré methods include the application of virtual grids, Fourier, etc. However, the objectives of this research work do not include the description the moiré methods, but only the application of a specific technique to reproduce the three dimension coordinate data of a machine element which shape is considered complex. The machine element was represented by a diaphragm spring which is of common occurrence in tractor as well as in transporting vehicles clutch system.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Óptica da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP-SP. O arranjo óptico experimental contou com o uso de uma câmera digital da marca SAMSUNG 7.1 MegaPixels, um projetor multimídia da marca EPSON e um computador, que em conjunto, serviram para projetar as grades sobre o corpo de prova. Para análise, foi selecionada uma mola membrana de embreagem, muito utilizada em tratores agrícolas. A peça foi pintada com tinta spray fosca branca para dar maior contraste às franjas. A mola foi fixada a uma placa metálica de cor branca através de imãs, ao qual o sustentou o corpo de prova na posição vertical. Para processamento de imagens, foram utilizados os softwares ImageJ e RisingSun *Moiré*. Apenas uma repetição foi realizada para este trabalho de pesquisa.

Foram obtidas seis imagens para a análise de topografia da peça mecânica, sendo uma imagem com a grade projetada sobre o corpo de prova, quatro outras imagens projetadas sobre o plano de fundo e defasadas de 90° entre si e uma última imagem com uma grade totalmente branca, isto é, sem a grade e que servirá para formação da máscara.

As imagens foram abertas inicialmente no software ImageJ. Todas foram convertidas para 8 bits (Gray Scale) Primeiro selecionou a imagem com a luz branca para formação da máscara. Através do comando Threshold, foi selecionado o formato da mola membrana do plano de fundo apenas separando as tonalidades de pixels. A imagem foi transformada em uma imagem binária contendo o formato da peça com vetores de valor 1 e o plano de fundo com vetores de valor zero. As imagens com o corpo de prova e as imagens com a grade no plano de fundo foram multiplicadas pela máscara binária através do comando Image Calculator para que fossem selecionados apenas a parte de interesse para estudo.

Ainda no ImageJ, a interferência das grades foi realizada pelo processamento de diferença vetorial acionado pela operação Difference do comando Image Calculator. Posteriormente uma filtragem feita pelo comando Gaussian Blur foi realizada para remover ruídos provocados pela projeção da grade no corpo e mantendo apenas as franjas padrões. Este processamento resultou em quatro imagens e salvas em arquivo BMP.

As imagens resultantes do processamento anterior foram abertas no programa RisingSun *Moiré*. O conjunto de quatro imagens foi aberto no programa e através do comando Calculate Phase a imagem com a topografia empacotada foi obtida. O comando Calculate Displacement from Phase desempacotou a imagem resultante da interferência das franjas. O arquivo resultante foi salvo em BMP. Finalmente a imagem foi aberta no software ImageJ e através do comando Interactive 3D Surface Plot a imagem tri dimensional de campo completo do

command generates the qualitative topographic map of a sectional area.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Figure 1 shows the resulting topographic image of the testing element as generated by the moiré method.

corpo de prova foi obtido. O comando Plot Profile obtém o levantamento topográfico qualitativo de uma área de seção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os resultados de campo completo do levantamento topográfico da mola membrana, obtido pelo processamento final da imagem pela técnica de moiré.

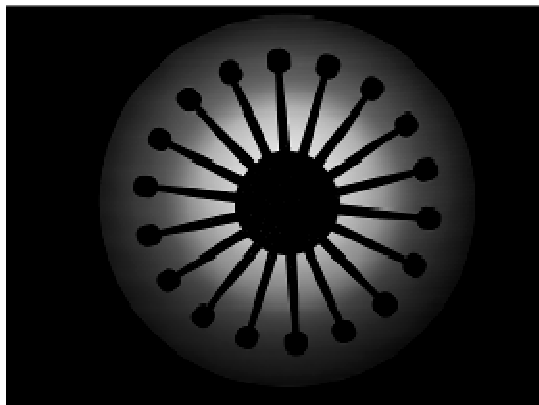


Fig. 1 - Resulting interaction between grid and unwrapped image of the diaphragm spring

The ImageJ software shows several types of topographic images, as, Topographic survey by color and by gradient. In the color survey the color is associated with color showing also an auxiliary scale. The scale indicates pixels and not dimensions. Figure 2 exhibits the color topographic image.

Gradient map presents only variation of tonality according to topographic elevation. Figure 3 shows the topographic color gradient.

O software ImageJ apresenta diversos tipos de mapa de levantamento topográfico. Os principais são: Levantamento Topográfico por cores e por Gradiente. No levantamento por cores, o mapa topográfico tem sua altura relacionada à variação de cores e uma régua de apoio para análise. A régua em questão não são módulos dimensionais e sim pixelares. A Figura 2 mostra o mapa de levantamento topográfico por cores.

O mapa por gradiente apresenta apenas a variação dos tons da cor de acordo com sua elevação topográfica. A Figura 3 mostra o levantamento topográfico por gradiente de cores.

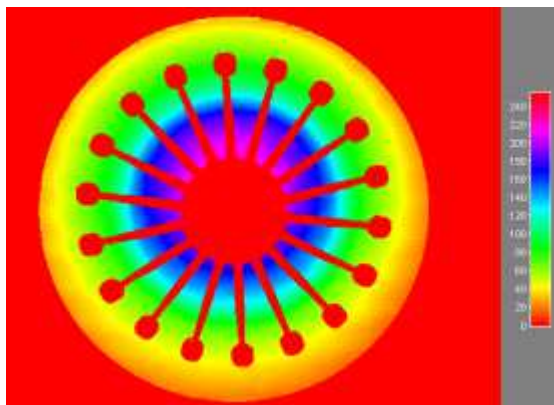


Fig. 2 - Color topographic map

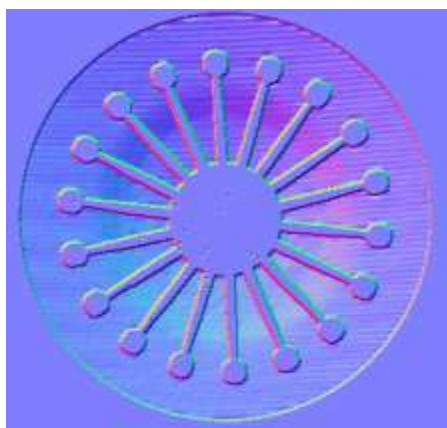
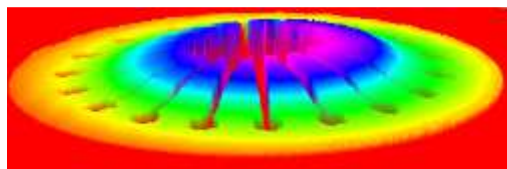


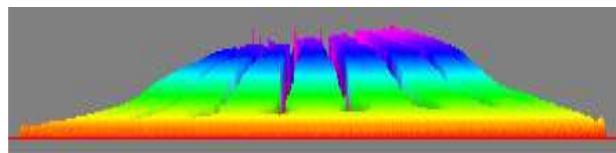
Fig. 3 - Gradient topographic map

By comparing both images, it can be noted an easier perception of the altimetry on the color topographic map if compared with the gradient mapping. However, the details of the element under analysis are easier noted on the gradient mapping. The ImageJ software can also generate three dimensional topographic mapping. Figure 4 and Figure 5 show three dimensional mapping as generated by color and gradient survey, respectively.

Comparando as duas imagens, percebe-se que o levantamento topográfico por cores a percepção da variação altimétrica é mais fácil de ser visualizada que no levantamento por cores, porém, os detalhes da mola podem ser mais bem detalhados no levantamento por gradiente que por cores. O software ImageJ também fornece imagens de levantamento topográfico 3D. As figuras 4 e 5 mostram os resultados obtidos de levantamento tridimensional para a mola membrana com levantamento topográfico por cores e por gradiente, respectivamente.

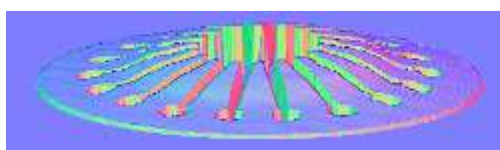


a)

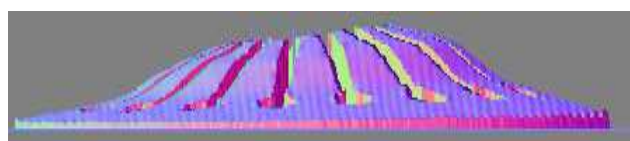


b)

Fig. 4 - Color topographic survey: a) isometric view and b) lateral view



a)



b)

Fig. 5 - Gradient topographic survey: a) isometric view and b) lateral view

Figure 6 and Figure 7 show the results of topographic survey of longitudinal and lateral sections, respectively.

As Figuras 6 e 7 mostram os resultados do levantamento topográfico de área de seção longitudinal e lateral, respectivamente.

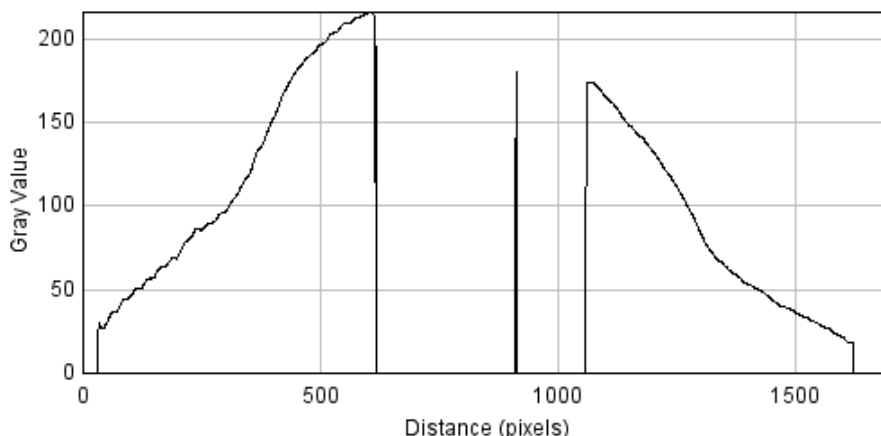


Fig. 6 - Topographic survey of longitudinal section

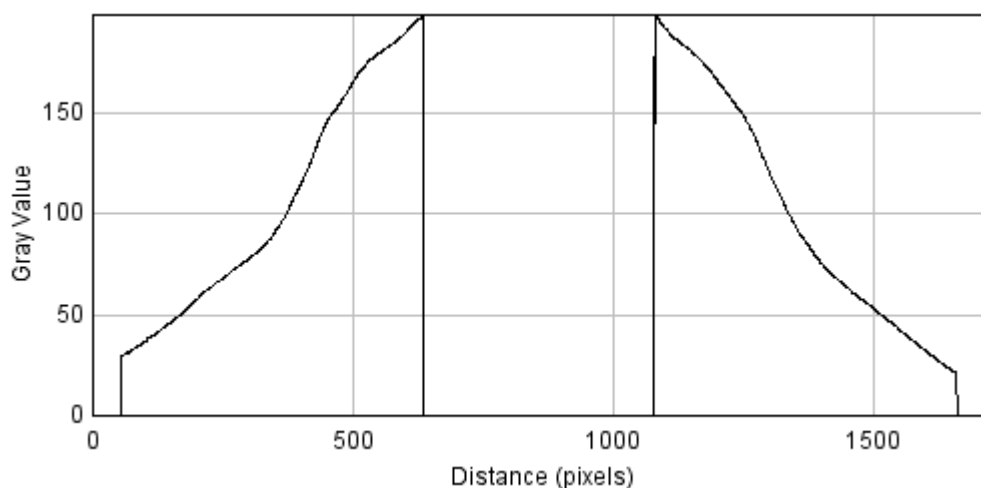


Fig. 7 - Topographic survey of lateral section

Results shows slight inclination between top and bottom borders, which is caused by two error sources: (1) this first one is associated the body geometry, in which the elements are different from each other. (2) The second one is related to grid projection and capture. The relative angle between the camera and the multimedia projector generates a slight inclination of the testing element. These errors can be minimized by improving the setup adjustment.

CONCLUSIONS

Based on what it has been exposed before it can be concluded that the moiré technique is useful to carry topographic survey of bodies showing discontinuous geometry. The results as presented in color mapping as well as in pixels can be easily transformed into dimensional units which would be applicable to quality control as well as to reverse engineering. Projection errors minimization, comparative topographic survey including laser scanning, contact equipment and caliper are highly recommended.

REFERENCES

- [1]. Assundi A.K., Yung K-H. (2002) - *Logical moiré and its application*, Experimental Mechanics, vol. 31, no. 3, pg. 236-242;
- [2]. Brazolin R.T. (2010) - *Development of a Simulation Method for Clutch Set Durability for Commercial Vehicles*, Master Dissertation in Mechanical Engineering, 78 pg., Faculty of Mechanical Engineering, State University of Campinas, SP, Brazil;
- [3]. Cloud G. (1998) - *Optical methods of engineering analysis*, Cambridge, Cambridge University Press;
- [4]. Curless B. (2011) - *SIGGRAPH 99 Course on 3D Photography: Overview of Active Vision Techniques*, Disponível em www.cs.cmu.edu/~seitz/course/SIGG99/slides/curless-active.pdf, Acessado em maio de 2011;
- [5]. Dal Fabro I. et al. (2005) - *Mechanical behavior of sugarcane stalks under diametrical compression assisted by a moiré optical technique*, Proceedings Adana: ITAFE' 05, vol.1, pg. 234-236;
- [6]. Fonseca Neto J. (2006) - *Application of Fourier Transform in Digital Image Processing*, <http://www.infonet.com.br/users/jfonseca/PDI-FOURIER.PDF>, 13/05/2006;
- [7]. Gasvik K.J. (1983) - *Moiré techniques by means of digital image processing*, Applied Optics Washington, Vol. 22, no. 23, pg. 3563-48, set.;
- [8]. Gazzola J., Gazzola J., Dal Fabbro I.M., Soriano J., Machado E.A. and Kuninari F. (2010) - (2010) - *Shadow Moiré Applied to Torsional Stress Distribution Mapping*, Agricultural Engineering Journal, Sophia, Bulgaria, vol. 48, no. 2, p. 61-65;
- [9]. Lino A.C.L. (2002) - *Application of Moiré Optical Techniques for the Study of Irregular Surface*, 86pg, Master Thesis in Agricultural Engineering. Faculty of Agricultural Engineering, State University of Campinas, SP, Brazil;
- [10]. Magalhães J., Almeida P.A. (2006) - *Determination of human body profile using digital shadow moiré experimental technique*, Cilamce - 2006, Iberian Latin America Congress on Computational Methods in Engineering, 27, Belém. Anais Belém: Universidade Federal do Pará, CD ROM;
- [11]. Mazzeti F. V. (2004) - *Application of Moiré Interferometry in Dynamic Stress on Flexural Discs*, 115pg. Master Thesis in Agricultural Engineering. Faculty of Agricultural Engineering, State University of Campinas, SP, Brazil;
- [12]. Paulino L.H. (2011) - *Application of Roset Strain Gages Rosetas na Análise Experimental de Tensões in Load Cells*

Os resultados mostram que houve uma ligeira inclinação entre as bordas superiores e inferiores. Esta diferenciação é originado por duas fontes de erro: A primeira está relacionado à própria geometria da peça, em que os dentes da mola membrana são diferenciados entre si. A segunda está relacionada à projeção das grades e sua captura. O ângulo relativo entre a câmera e o projetor multimídia gera uma leve inclinação da peça. Estes erros por aquisição de imagem podem ser diminuídos com uma melhor calibração do arranjo experimental.

CONCLUSÕES

Os resultados acima permite concluir que a técnica de moiré é perfeitamente passível de ser utilizada para fazer levantamento topográfico de objetos com geometria descontínua. Os resultados, apresentados em tons de cores e pixels podem ser convertidos facilmente para unidades dimensionais, fazendo assim que esta ferramenta possa ser utilizável como ferramenta para engenharia reversa e controle de qualidade de peças. Recomendam-se estudos mais aprofundados para diminuir erros de projeção e estudos comparativos de levantamento topográfico de peças através de outras técnicas de medição, tais como, varredura a laser, máquina de contato, paquímetro, etc.

REFERÊNCIAS

- [1]. Assundi A.K., Yung K-H. (2002) - *Moiré Lógico e suas Aplicações*, Mecânica Experimental, Boston, v. 31, n.3, p.n 236-242;
- [2]. Brazolin R.T. (2010) - *Desenvolvimento de um método de simulação para avaliação da durabilidade de conjuntos de embreagens para veículos comerciais*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, 78p., Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas;
- [3]. Cloud G. (1998) - *Métodos Ópticos em Análise de Engenharia*. Cambridge, Cambridge University Press;
- [4]. Curless B. (2011) - *SIGGRAPH 99 Course em Fotografia 3D: Vistas em Técnicas de Visão Ativa*, www.cs.cmu.edu/~seitz/course/SIGG99/slides/curless-active.pdf, Acessado em maio de 2011.
- [5]. Dal Fabro I. et al. (2005) - *Comportamento Mecânico de Colmos de Cana de Açúcar sob Compressão Diametral e Assistidos por Técnica de Moiré*, Proceedings Adana: ITAFE' 05, v.1, p.234-236;
- [6]. Fonseca Neto J. (2006) - *Aplicação da Transformada de Fourier no processamento digital de imagens*, <http://www.infonet.com.br/users/jfonseca/PDI-FOURIER.PDF>, 13/05/2006;
- [7]. Gasvik K.J. (1983) - *Técnicas de Moiré por Meio de Processamento Digital de Imagens*, Óptica Aplicada, Washington, V. 22, n. 23, p. 3563-48, set.;
- [8]. Gazzola J., Dal Fabbro I.M., Soriano J., Machado E.A. and Kuninari F. (2010) - *Moiré de Sombra Aplicado a Cargas Torsionais*, Agricultural Engineering Journal, Sophia, Bulgaria, v.48, no.2, p. 61-65;
- [9]. Lino A.C.L. (2002) - *Técnicas Ópticas de Moiré Visando a Aplicação no Estudo de Superfícies Irregulares*, 86p., Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícolas – Faculdade de Engenharia Agrícolas, Universidade Estadual de Campinas;
- [10]. Magalhães J., Almeida P.A. (2006) - *Determinação do Perfil do Corpo Humano com Aplicação da Técnica de Moiré de Sombra Digital*, Cilamce - 2006, Iberian Latin America Congress on Computational Methods in Engineering, 27, Belém. Anais. Belém: Universidade Federal do Pará, CD ROM;
- [11]. Mazzeti F. V. (2004) - *Utilização da Interferometria de Moiré no Estudo de Tensões Dinâmicas em Discos Flexíveis*, 115p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas;

and Pressure and Torque Transducers, Short Course Handout on Strain Gage. Extensometry Support LTD 2011;

[13]. Pires G.P., Tagiaferri A.A., Thaumaturgo C. (2002) - *Optical Interferometry for Non Destructive Tests*, Journal Matéria, Rio de Janeiro. vol. 7, no. 1, 21 pg., <http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10069/10069.pdf>;

[14]. Post D., Han B., Ifju P. (1994) - *High sensitivity moiré: experimental analysis for mechanics and materials*, New York: Springer-Verlag;

[15]. Ribeiro J.L.S. (2001) - *Technical Fundaments of Photoelastic Techniques with the Construction of a Basic Equipment – Polariscopes*, 73pg. Master Dissertation in Engineering Mechanics, Catholic University of Minas Gerais, BH, MG.;

[16]. Sciammarella C.A. (1982) - *The Moiré method – A review*, Experimental Mechanics, V.44, n.8, p.418-433;

[17]. Shimano A.C. (2006) - *Photoelasticity. Concepts and Applications*, XI Brazilian Congress of Medical Physics. Ribeirão Preto, SP, Brazil;

[18]. Spinelli H. de A., Silva F.de A. (2003) - *Application of Photoelasticity in Structural Analysis in a Riveted Joint for Aeronautical Application*, Anais... Guaratinguetá;

[19]. Willemann D.P. (2002) - *Development of an Optical Rosette for Deformation and Stress Measurement with the Application of Electronic Holography*, 117 pg. Master Dissertation in Industrial and Scientific Metrology. State University of Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil.

[12]. Paulino L.H. (2011) - *Aplicação de Strain Gages Rosetas na Análise Experimental de Tensões we Células de Carga e Transdutores de Pressão e Torque*, Material de Curso ministrado pós Strain Gage Assessoria em Extensometria Ltda, 2011;

[13]. Pires G.P., Tagiaferri A.A., Thaumaturgo C. (2002) *Interferometria óptica para ensaios não-destrutivos*. Revista Matéria, Rio de Janeiro. v.7, n.1, 21 p., Disponível em <<http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10069/10069.pdf>>;

[14]. Post D., Han B., Ifju P. (1994) - *Moiré de Alta Sensibilidade: Análise Experimental para Mecânica dos materiais*, New York: Springer-Verlag;

[15]. Ribeiro J.L.S. (2001) - *Fundamentação da Técnica Fotoelástica, com a construção de um equipamento básico – Polariscópio modelo*, 73p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais;

[16]. Sciammarella C.A. (1982) - *O Método de Moiré – Uma Revisão*, Mecânica Experimental, V.44, n.8, p.418-433;

[17]. Shimano A.C. (2006) - *Fotoelasticidade – Conceitos e Aplicações*, XI Congresso Brasileiro de Física Médica, Ribeirão Preto, SP, Brazil;

[18]. Spinelli H. de A., Silva F.de A. (2003) - *Aplicação da Fotoelasticidade na Análise estrutural de uma junta Rebitada de uso Aeronáutico*, Anais... Guaratinguetá;

[19]. Willemann D.P. (2002) - *Desenvolvimento de uma Roseta Óptica para Medição de Tensões e Deformações utilizando Holografia Eletrônica*, 117 p. Dissertação de Mestrado em Metrologia Científica e Industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil.

THEORETICAL CONSIDERATIONS REGARDING IMPROVING ENERGY CONSUMPTION OF A RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM OF SUPERINTENSIVE FISH GROWING

CONSIDERAȚII TEORETICE PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȚIREA CONSUMULUI ENERGETIC AL UNUI SISTEM ACVACOL RECIRCULANT DE CREȘTERE SUPERINTENSIVĂ A PEȘTELOR

PhD. Stud. Eng. David E-A, PhD. Eng. Pop A., PhD. Stud. Eng. Andrei S.

INMA Bucharest – Branch Timisoara / Romania
Tel: 0741122570; E-mail: eveline_anda@yahoo.com

Abstract: Aquaculture efficiency practised in recirculating aquaculture systems depends on a variety of factors, among which the most important is the energy consumed by the whole system. In order to assure a high degree of energy conservation, in a recirculating aquaculture system has to be maximized the recirculating water degree and has to be imposed the use of renewable energy sources for heating, respective for cooling the water within system as well as of hall. Maintenance of an appropriate climate in a recirculating aquaculture system involves high energy consumption, determined by high water quantities which have to be heated or cooled, as well as determined by maintaining water temperature and of breeding space.

An optimal solution for replacing conventional systems of heating/cooling and optimizing of energy consumption is the use of the heat pumps. In the present paper are presented experimental results performed with a heat pump of water-water type at different water replacing rates and two different water flows for demonstrating efficiency of a heat pump for improving energy consumption of a RAS.

Keywords: recirculating aquaculture system, energy consumption, heat pump

INTRODUCTION

Worldwide, the aquaculture practised in recirculating aquaculture system presents a high interest especially for fish valuable species, such as sturgeons.

Recirculating systems of fish superintensive growing comparing to aquaculture practised in traditional way in ponds present the advantage of land and water resources economy and allow fish growing in controlled environment conditions [1].

This type of system allows water treatment by removal of residual solids, ammonia and nitrites oxidation, elimination of carbon dioxide, aeration and/or oxygenation and water disinfection, if necessary [1].

The efficiency of aquaculture practised within recirculating systems depends of a variety of factors, among which the most important is the system energy consumption. To ensure a high degree of conservation of energy in a recirculating aquaculture system, the water recycling degree has to be maximized and the use of renewable energy resources for heating or cooling water or hall has to be imposed. In this purpose the optimal solution is to use water heating/cooling by a heating pump. [4].

Maintaining of an appropriate climate in a recirculating aquaculture system involves high energy consumption, determined by high water quantities which have to be heated or cooled.

An optimal solution for replacing conventional systems of heating, respectively of cooling and optimizing of energy consumption is using of the heat pumps.

Rezumat: Eficiența acvaculturii practică în sistemele acvacole recirculante depinde de o multitudine de factori, printre care cel mai important este energia consumată de întregul sistem. Pentru a asigura un grad ridicat de conservare al energiei, într-un sistem acvacol recirculant trebuie maximizat gradul de recirculare al apei și trebuie impusă folosirea unor surse de energie neconvenționale pentru încălzirea, respectiv răcirea apei din sistem cât și a halei. Menținerea unui climat adecvat într-un sistem acvacol recirculant presupune un consum de energie ridicat, datorită cantităților mari de apă ce trebuie încălzite sau răcite, precum și datorită menținerii temperaturii apei și a spațiului de creștere.

O soluție optimă pentru înlocuirea sistemelor convenționale de răcire/încălzire și optimizarea consumului energetic este utilizarea pompelor de căldură. În lucrarea de față se prezintă rezultatele experimentale efectuate cu o pompă de căldură de tip apă-apă la diferite rate de înlocuire a apei și la diferite debite de apă pentru a se demonstra eficiența unei pompe de căldură pentru îmbunătățirea consumului energetic al unui SAR.

Cuvinte cheie: sistem acvacol recirculant, consum energetic, pompă de căldură

INTRODUCERE

Pe plan mondial, acvacultura practică în sisteme acvacole recirculante prezintă un interes ridicat mai ales pentru creșterea speciilor de pești valoroase cum sunt sturionii.

Sistemele recirculante de creștere superintensivă a peștilor față de acvacultura practică în mod tradițional în heleșteie prezintă avantajul de economicitate a terenului, a resurselor de apă și permite creșterea materialului piscicol în condiții de mediu controlate [1]. Acest tip de sistem permite tratarea apei prin îndepărtarea solidelor reziduale, oxidarea amoniacului și a nitrifilor, eliminarea dioxidului de carbon aerarea și/sau oxigenarea și dacă este necesar dezinfecția apei [1].

Eficiența acvaculturii practică în sistemele recirculante depinde de mai mulți factori, printre care cel mai important este energia consumată de sistem. Pentru a asigura un grad ridicat de conservare a energiei într-un sistem acvacol recirculant, trebuie maximizat gradul de recirculare a apei și trebuie impusă folosirea unor surse de energie alternative neconvenționale pentru încălzirea, respectiv răcirea apei sau a halei. Pentru acest scop soluția optimă este folosirea unei instalații de încălzire/răcire a apei cu pompe de căldură [4].

Menținerea unui climat adecvat într-un sistem acvacol recirculant presupune un consum de energie ridicat, datorită cantităților mari de apă ce trebuie încălzite sau răcite.

O soluție optimă pentru înlocuirea sistemelor convenționale de răcire respectiv încălzire și optimizare a consumului energetic este utilizarea pompelor de căldură.

The main heat pumps used at the present depending on the nature of the cool source are of air-water, water-water and soil-water types [2, 3, 6].

By comparative analysis of different types of heat pump, depending on the nature of the source of the used energy, result the following data within table no.1. [4].

Principalele tipuri de pompe de căldură utilizate în prezent, în funcție de natura sursei reci, sunt cele de tip: aer – apă, apă – apă și sol – apă [2, 3, 6].

Făcând o analiză comparativă a diferitelor tipuri de pompă de căldură, în funcție de natura sursei de energie utilizată, se obțin datele din tabelul 1 [4].

Table 1

Types of heat pumps according to the type of energy source used

Type/Characteristic	Air – Water	Water –Water	Soil – Water
Value COP	small	big	big
Variation COP Depending on the climate conditions	variable	constant	relatively constant
Installing costs	small	big	very big
Operating safety	small	big	big
Thermic power	small	very big	big
Possibility of passive cooling	no	yes	only models with vertical wells

In which *COP* is the *coefficient of real performance* and is defined as a ratio between the produced thermic energy and electric energy consumed for producing it.

The operation of heating / cooling water from the RAS heat pump type water - water is shown in Fig. 1. The system consists of five different circuits.

A – primary circuit of groundwater extracted from the well, (cool source),

B – circuit of refrigerant,

C – intermediate circuit of warm or cold water,

D – circuit of passive cooling,

E – circuit of recirculating aquaculture system, RAS.

For carrying out the heat, the groundwater extracted from the well (1) by means of the submerged pump (2) reaches the evaporator of the heat pump (4), where it gives off heat of the refrigerant, which evaporates. Groundwater which is initially at a temperature of $8 \div 10^{\circ}\text{C}$, while passing through the evaporator is cooled to approx. 5°C , reaching about $3 \div 5^{\circ}\text{C}$.

This water is reintroduced into the second well (drain well). Refrigerant, which has boiling temperature at -2°C , takes heat from the groundwater and turns into vapor. They are compressed in the compressor and go to a temperature of $+73.5^{\circ}\text{C}$, after which get the condenser, and where by condensation give off heat (latent heat of evaporation) to the water from an intermediate circuit. The refrigerant returns to a liquid state and the cycle continues. The water heated in the intermediate circuit at $65 \div 68^{\circ}\text{C}$ is introduced into the external heat exchanger (6), where it gives up heat to the water re-circulated from the basins of the fish growing.

The cooling process is carried out in a similar manner, only the water circuits of the heat pumps reverse. Water reaches the secondary circuit evaporator where the refrigerant gives off heat that vaporizes and groundwater takes heat from the refrigerant in the condenser. The water cooling process is used only in exceptional cases (at very high temperatures). Usually it is used a so-called passive cooling water, which consists in introducing the groundwater directly into the external heat exchanger by passing of the heat pump. Thus the recycled water from the basins releases heat directly to the groundwater.

This operating mode is particularly advantageous because it consumes only electricity required for driving the submersible pump [2, 3, 6].

În care *COP* este *coeficientul de performanță real* și se definește ca raportul dintre energia termică produsă și energia electrică consumată pentru producerea acesteia.

Funcționarea instalației de încălzire/răcire a apei din SAR cu pompă de căldură de tip apă – apă este prezentată în fig. 1. Instalația este alcătuită din cinci circuite distincte:

A – circuitul primar al apei freactice extrase din puț, (sursa rece),

B – circuitul agentului frigorific,

C – circuitul intermediar de apă caldă sau rece;

D – circuitul de răcire pasivă,

E – circuitul sistemului acvacol recirculant, SAR.

Pentru realizarea procesului de încălzire apa freatică extrasă din puț (1), cu ajutorul pompei submersibile (2) ajunge în vaporizatorul pompei de căldură (4), unde cedează căldură agentului frigorific, care se vaporizează. Apa freatică, care are inițial temperatura de $8\div 10^{\circ}\text{C}$, la trecerea prin vaporizator se răcește cu cca. 5°C , ajungând la $3\div 5^{\circ}\text{C}$.

Această apă este reintrodusă în al doilea puț (puț de golire). Agentul frigorific, care are temperatura de fierbere -2°C preia căldura cedată de apa freatică și se transformă în vapori. Aceștia sunt comprimați în compresor, ajungând la temperatura de $+73,5^{\circ}\text{C}$, după care ajung în condensator, unde, prin condensare, cedează căldură (căldura latentă de vaporizare) apei din circuitul intermediar. Agentul frigorific revine la starea lichidă și ciclul se continuă. Apa din circuitul intermediar încălzită la $65\div 68^{\circ}\text{C}$ se introduce în schimbătorul de căldură extern (6), unde cedează căldură apei recirculate din bazinele de creștere a peștilor.

Procesul de răcire se realizează în mod asemănător, doar că se inversează circuitele de apă la pompa de căldură. Apa din circuitul secundar ajunge la vaporizator unde cedează căldură agentului frigorific care se vaporizează, iar apa freatică preia căldură de la agentul frigorific în condensator. Acest procedeu de răcire al apei se utilizează numai în cazuri excepționale (la temperaturi exterioare foarte ridicate). În mod uzual se folosește așa numita răcire pasivă care constă în introducerea apei freactice direct în schimbătorul de căldură extern prin ocolirea pompei de căldură. În acest fel apa recirculată din bazine cedează căldură în mod direct apei freactice.

Acest regim de funcționare este deosebit de avantajos deoarece nu se consumă decât energia electrică necesară antrenării pompei submersibile [2, 3, 6].

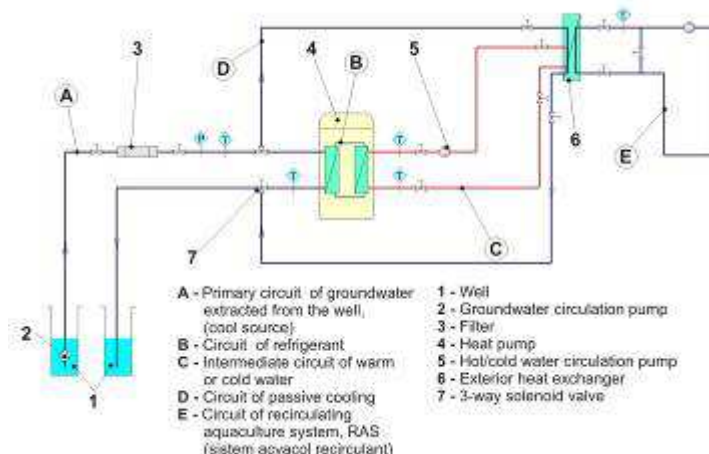


Fig. 1 - The functioning scheme of a heat pump for RAS

MATERIALS AND METHOD

The recirculating aquaculture system of sturgeons superintensive breeding for which the experiments were done in order to determine the energy consumption using the heat pump was composed of: 9 tanks for fish growing with a volume of 5.65 m³ water/tank, water supply systems and drainage, in and from the tanks, a group of pumps, an UV sterilizing apparatus, biologic filter, installation of heating/cooling with heat pump, heat exchanger, aeration and oxygenation systems, continuous monitoring devices of the physical-chemical parameters of the water (probes for the determination of oxygen dissolved, temperature, nitrate and nitrite, pH, conductivity, and turbidity of the suspended solids, ammonium), control and automation installation and drilling for cleaning water.

Water heating

Within first stage has been carried on the filling of the system with water. The storage tank was filled with water after which the valves of the basins have been opened. The water volume contained in the system was:

$$V_T = n \times V_B + V_{BS} = 9 \times 5,65 + 21,2 \text{ m}^3 = 72,05 \text{ m}^3 \quad (1)$$

where: V_T [m³] – total volume of water contained in the system; V_B [m³] – real volume of the tank used for growing; V_{BS} [m³] – real volume of the storage tank; n – number of the breeding tanks.

Within calculation was neglected the water amount contained in the pipes as it is about 0.01% of the total volume of water. Since the drilling system for the fresh water supply is equipped with a pump of small capacity (for cca. 7 m³/h), filling the entire system was performed in several steps, in total in 36 hours. Because of the operation duration, the temperature of the water in the system, t_1 , has come to ambient temperature t_a .

$$t_1 = t_a = 14^\circ\text{C}$$

It has been scheduled the operating temperature of the system to be:

$$t_2 = 20^\circ\text{C}$$

Water circulation in the system was with the circulation pump. As water circulation through filters does not influence the thermal balance, in order to avoid water losses and useless energy consumption the basins evacuation system was directly connected to aspiration of recirculating pump.

MATERIAL ȘI METODĂ

Sistemul acvicol recirculant de creștere superintensivă a sturionilor pentru care s-au făcut experimentările în vederea determinării consumului energetic folosind pompa de căldură a fost compus din: 9 bazine de creșterea peștilor cu un volum util de apă de 5.65 m³/bazin, sisteme de alimentare și evacuare a apei, în și din bazine, un grup de pompare, instalație de sterilizare cu UV, filtru biologic, instalație de încălzire/răcire cu pompă de căldură, schimbător de căldură, instalații de aerare și oxigenare, aparate de monitorizare în flux continuu a parametrilor fizico-chimici ai apei (sonde pentru determinarea: oxigenului dizolvat, a temperaturii, nitraților și nitriților, pH-ului, conductivității, suspensiilor solide și a turbidității, a amonului), instalație de comandă și automatizare și foraj pentru apa de primenire

Încălzirea apei

În prima etapă s-a procedat la umplerea sistemului cu apă. S-a umplut bazinul de stocare cu apă după care, s-au deschis robinetele de alimentare a bazinelor de creștere. Volumul de apă conținut în sistem a fost:

unde: V_T [m³] – volumul total de apă conținut în sistem; V_B [m³] – volumul util al unui bazin de creștere; V_{BS} [m³] – volumul util al bazinului de stocare; n – numărul de bazine creștere.

În calcule s-a neglijat cantitatea de apă conținută de conducte, deoarece aceasta reprezintă cca. 0.01% din volumul total de apă. Având în vedere că forajul destinat alimentării cu apă proaspătă a sistemului este echipat cu o pompă de capacitate mică (de cca. 7 m³/h), umplerea întregului sistem s-a realizat în mai multe etape, totalizând 36 de ore. Datorită duratei acestei operații, temperatura apei din sistem, t_1 , a ajuns la temperatura mediului ambiant, t_a .

$$t_1 = t_a = 14^\circ\text{C}$$

A fost programată o temperatură de funcționare a sistemului:

$$t_2 = 20^\circ\text{C}$$

S-a efectuat vehicularea apei din sistem, cu ajutorul pompei de recirculare. Deoarece vehicularea apei prin filtre nu are nici o influență asupra bilanțului termic, pentru a se evita atât pierderile de apă cât și consumul inutil de energie electrică s-a realizat legarea directă a evacuării bazinelor la aspirația pompei de recirculare.

Then, it was performed pump heat operation. It was chosen an operating regime which allows the water heating from the secondary circuit flow to 35°C. It has been found that after approximately 10 hours of operation, water within the system has reached the temperature $t_2 = 20^\circ\text{C}$.

For water heating within the system has been consumed a total amount of heat [2, 3, 6].

$$E_T = Q_1 + Q_{P1} \quad (2)$$

$$Q_1 = m \times c \times \Delta t = \rho_a \times V_T \times c \times (t_2 - t_1) \quad (3)$$

$$Q_{P1} = Q_{Aer} + q_P \quad (4)$$

$$Q_{Aer} = q_{Aer} \times V_{Aer} \times c_{Aer} \times (t_2 - t_1) \quad (5)$$

$$q_P = \epsilon \times V_{Aer} \times T \quad (6)$$

where: E_T [kWh] – total thermal energy consumption for water heating; Q_1 [kWh] – heat taken up by water; Q_{P1} [kWh] – heat transferred by water to environment (heat loss);

m [kg] – total water mass; c [kcal/kg grd.] – specific heat of water at constant pressure; ρ_a [kg/m³] – water density; Q_{Aer} [kWh] – thermal energy taken from the air in the hall; q_P [kWh] – lost thermal energy through walls, windows, doors etc.; $q_{Aer} = 1.29 \text{ kg/m}^3$ – air density; $c_{Aer} = 0.239 \text{ kcal/kg grd.}$ – air specific heat; $V_{Aer} = 500 \text{ m}^3$ – air volume in the hall; ϵ [W/m³h] – heat loss coefficient; $\epsilon = 8 \times 10^{-3} \text{ W/m}^3\text{h}$; T [h] – time, results:

$$Q_1 = 1.000 \times 72.05 \times 1 \times (20 - 14) = 435.000 \text{ kcal}$$

or

$$Q_1 = 1.63 \times 10^{-3} \times 435.000 = 505.9 \text{ kWh}$$

$$Q_{Aer} = 1.29 \times 500 \times 0.239 \times (20 - 14) = 925 \text{ kcal}$$

or

$$Q_{Aer} = 1.075 \text{ kWh}$$

$$q_P = 8 \times 10^{-3} \times 500 \times 10 = 40 \text{ kWh}$$

$$Q_{P1} = 1.075 + 40 = 41.075 \text{ kWh}$$

and

$$E_T = Q_1 + Q_{P1} = 505.9 + 41.075 = 546.9 \text{ kWh}$$

After the 10 hours of working it has been read the amount of electricity consumed on electric meter of the heat pump:

$$E_c = 99 \text{ kWh}$$

Finally, we determined the performance coefficient of the heat pump:

$$\text{COP} = \frac{E_T}{E_c} = \frac{546.9}{99} = 5.52 \quad (7)$$

The next stage was to maintain the operating temperature of the system at $T_s = 20^\circ\text{C}$, with different refresh rates of water. Thus, there were carried out refresh rates of the water system with 10 %/24 hours, 20 %/24 hours and 30 %/24 hours

Water replacement rate: 10 %/24 hours

The volume of the recirculating system is:

$$V_R = 9 \times 5.65 \approx 50 \text{ m}^3$$

The amount of water for substitution is:

$$V_{i1} = 10\% \times 50 = 5 \text{ m}^3/24\text{h}$$

After replacing an amount of about 5m³, the water temperature in the basin reached 20°C at:

$$t_1 = 18^\circ\text{C}$$

RESULTS

Measurements were carried out on a heat pump water-water type for heating and cooling regimes and the obtained results were filled in the tables below.

It has been calculated the thermal energy used to heat the water up to temperature $t_2 = 20^\circ\text{C}$ and has been read the electricity consumption. The experiments were

Apoi, s-a procedat la punerea în funcțiune a pompei de căldură. S-a ales un regim de funcționare care să permită încălzirea apei din turul circuitului secundar până la 35°C. S-a constatat că după o funcționare de cca. 10 ore, apa din sistem a ajuns la temperatura $t_2 = 20^\circ\text{C}$.

Pentru încălzirea apei din sistem s-a consumat o cantitate de energie termică totală [2, 3, 6].

unde: E_T [kWh] – energia termică totală consumată pentru încălzirea apei; Q_1 [kWh] – energia termică preluată de apă; Q_{P1} [kWh] – energia termică cedată de apă mediului înconjurător (căldura pierdută);

m [kg] – masa totală de apă; c [kcal/kg grd.] – căldura specifică a apei la presiune constantă; ρ_a [kg/m³] – densitatea apei; Q_{Aer} [kWh] – energia termică preluată de aerul din hală; q_P [kWh] – energia termică pierdută prin pereți, ferestre, uși etc.; $q_{Aer} = 1.29 \text{ kg/m}^3$ – densitatea aerului; $c_{Aer} = 0.239 \text{ kcal/kg grd.}$ – căldura specifică a aerului; $V_{Aer} = 500 \text{ m}^3$ – volumul de aer din hală; ϵ [W/m³h] – coeficientul de pierdere de căldură; $\epsilon = 8 \times 10^{-3} \text{ kW/m}^3\text{h}$; T [h] – timpul, rezultă:

$$Q_1 = 1.000 \times 72.05 \times 1 \times (20 - 14) = 435.000 \text{ kcal}$$

sau

$$Q_1 = 1.163 \times 10^{-3} \times 435.000 = 505.9 \text{ kWh}$$

$$Q_{Aer} = 1.29 \times 500 \times 0.239 \times (20 - 14) = 925 \text{ kcal}$$

sau

$$Q_{Aer} = 1.075 \text{ kWh}$$

$$q_P = 8 \times 10^{-3} \times 500 \times 10 = 40 \text{ kWh}$$

$$Q_{P1} = 1.075 + 40 = 41.075 \text{ kWh}$$

și

$$E_T = Q_1 + Q_{P1} = 505.9 + 41.075 = 546.9 \text{ kWh}$$

După cele 10 ore de funcționare s-a citit cantitatea de energie electrică consumată pe contorul electric al pompei de căldură:

$$E_c = 9 \text{ kWh}$$

În cele din urmă s-a determinat coeficientul de performanță al pompei de căldură:

După ce a fost determinat coeficientul de performanță termică a pompei de căldură s-a urmărit posibilitatea menținerii temperaturii de funcționare a sistemului la $t_s = 20^\circ\text{C}$, cu diferite rate de înprospătare a apei. Astfel s-au realizat rate de înprospătare a apei din sistem cu 10 % / 24 ore, 20 % / 24 ore și 30 % / 24 ore

Rata de înlocuire a apei: 10 % / 24 ore

Volumul de apă recirculat în sistem este:

$$V_R = 9 \times 5.65 \approx 50 \text{ m}^3$$

Volumul de apă de înlocuire este:

$$V_{i1} = 10\% \times 50 = 5 \text{ m}^3/24\text{h}$$

După înlocuirea unei cantități de aproximativ 5m³, temperatura apei din bazin a ajuns de la 20°C la:

$$t_1 = 18^\circ\text{C}$$

REZULTATE

S-au efectuat măsurători pe o pompă de căldură de tip apă-apă pentru regimuri de încălzire și răcire iar rezultatele obținute s-au înscris în tabelele de mai jos.

S-a calculat energia termică consumată pentru încălzirea apei până la temperatura $t_2 = 20^\circ\text{C}$ și s-a citit consumul de energie electrică. S-au repetat

repeated for different rates of replacement of the water in the system. The obtained results are shown in table no. 2.

experimentările pentru diferite rate de înlocuire a apei din sistem. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 2

Table 2

COP results on the rate and amount of water replacement for heating the water in the system

Den. no.	Replacement rate [%/24 hours]	Water amount of replacement [m ³ /24 hours]	Temperature t ₁ [°C]	Temperature t ₂ [°C]	E _T [kWh]	E _c [kWh]	COP
1	10	5	18	20	51.99	9.65	5.39
2	20	10	16	20	87.24	16.04	5.44
3	30	15	15	20	128.12	23.60	5.43

It results an average performance coefficient:

$$COP_{\text{Medium}} = 5.42$$

The difference towards the theoretical COP is due to heat loss into the environment due on account of low degree of insulations.

Water cooling

Tests for water cooling were carried out when the ambient temperature was 18°C, water was heated until 25°C, after which the cooling cycle was started. Final cooling temperature was set at 20°C.

After measurements have been obtained the following results, filled in the table no. 3:

Rezultă un coeficient de performanță mediu:

$$COP_{\text{Mediu}} = 5.42$$

Diferența față de COP teoretic se datorează pierderilor de căldură în mediul ambiant din cauza unor izolații necorespunzătoare.

Răcirea apei:

Încercările pentru răcirea apei s-au efectuat când temperatura ambiantă era de 18°C, s-a efectuat încălzirea apei până la temperatura de 25°C după care s-a început ciclul de răcire. Temperatura finală de răcire s-a fixat ca fiind 20°C.

În urma măsurărilor s-au obținut următoarele rezultate afișate în tabelul 3:

Table 3

Measured values for water cooling

Den. no.	t _a [°C]	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	E _c [kWh]	E _T [kWh]	EER
1	18	25	20	69.03	462.48	6.7
2	18	24	20	56.42	377.99	6.7
3	18	23	20	43.80	293.49	6.7
4	18	22	20	31.19	208.99	6.7

where: t_a [°C] = room temperature; t₁[°C] = water temperature in the system at the start of test; t₂ [°C] = water temperature in the system at the end of test; E_c [kWh] = consumed electricity; E_T [kWh] = thermal energy; EER = cooling power efficiency is the ratio of consumed electric energy and generated cooling power.

Technology for fish growing in recirculating aquaculture system is a technology of high energy consumption. Maintaining an appropriate environment within a recirculating aquaculture system for fish growing supposes high energy consumption as a consequence of high water quantity which has to be heated or cooled, as well as through maintaining water temperature and air in the hall.

A significant share from production costs are represented by expenses with energy consumption for heating and cooling water within the tanks. For this reason it is recommended to use the most efficient solutions for thermal energy producing, necessary for the system.

In the table no.4 are summarized the results from measurements made with a heat pump water-water type:

unde: t_a [°C]= temperatura ambiantă; t₁[°C] = temperatura apei din sistem la începutul încercării; t₂[°C] = temperatura apei din sistem la sfârșitul încercării; E_c [kWh] = energia electrică consumată; E_T [kWh] = energia termică cedată de apă; EER = eficiența energetică de răcire este raportul dintre energia electrică consumată și puterea de răcire generată.

Aceste tehnologii de creștere a peștilor în sistem acvacol recirculant sunt energofage, deoarece menținerea unui climat adecvat într-un sistem acvacol recirculant de creștere a peștilor presupune un consum de energie ridicat datorită cantităților mari de apă ce trebuie încălzită sau răcită, precum și datorită necesității menținerii temperaturii apei și a aerului din hală.

O pondere importantă din costurile de producție o reprezintă cheltuielile efectuate cu energia consumată pentru încălzirea și răcirea apei din bazine. Din acest motiv se recomandă utilizarea unor soluții cât mai eficiente de producere a energiei termice necesară sistemului.

În tabelul 4 sunt prezentate sintetic rezultatele obținute în urma măsurărilor efectuate cu o pompă de căldură de tip apă-apă:

Table 4

Values obtained from measurements made on a heat pump type water-water for heating and cooling mode

Name of requirement	Temperature cool sources/ Flow temperature	M.U.	Prescribed value	Measured (calculated) value
Heating mode				
Heating capacity	W10/W35	kW	54.4	53
Absorbed power	W10/W35	kW	9.9	9.8
Performance coefficient, COP	W10/W35	-	5.5	5.4
Absorbed current	W10/W35	A	18.8	18.6
Cooling mode				
Cooling capacity	W10/W18	kW	63.6	63.6
Absorbed power	W10/W18	kW	9.5	9.5

Name of requirement	Temperature cool sources/ Flow temperature	M.U.	Prescribed value	Measured (calculated) value
EER cooling energy efficiency	W10/W18	-	6.7	6.7
Absorbed current	W10/W18	A	16.5	16.5

CONCLUSIONS

Technology for fish growing in recirculating aquaculture system is a technology of *high energy consumption*.

The most efficient method from economic point of view for heating and cooling the water from RAS is to use heat pumps.

By using a heat pump water-water type with a COP = 5.4, 1kWh of thermal energy has been obtained approximately 5.4 times cheaper than that obtained by using electricity.

REFERENCES

- [1]. Cristea V., Grecu I., Ceapă C. (2002) – *Engineering of recirculating aquaculture system*, Ed. Didactical and Pedagogical R.A. Publishing, Bucharest, p.13-27;
- [2]. Florescu A., Duicu T., Burchiu N. (1985) – *Installations of heating pumps*, Technical Publishing, Bucharest,
- [3]. Gavrilăscu R. (2003) – *Heating pumps*, Matixrom Publishing, Bucharest;
- [4]. Pop A., David P. (2007) – *Utilization of heat pumps for water heating/cooling in fish superintensive recirculating breeding systems*, Scientific papers (INMATEH), vol. 5, no. 23, pg. 209-214;
- [5]. Pop A. (2007) – *Research and development of a technology of fish superintensive breeding within a recirculating system with optimization of technological parameters and assuring the sanitary-veterinary protection*, INMA Bucharest, contr. no. 51- 054 / 14.09.2007;
- [6]. Răduleț R. et al., (1957-1966) – *Romanian Technical Lexicon*, Technical Publishing Bucharest.

CONCLUZII

Tehnologia de creștere a peștilor în sistem acvacol recirculant este o tehnologie *energofagă*.

Metoda cea mai eficientă din punct de vedere economic pentru încălzirea și răcirea apei din SAR este înlocuirea sistemelor convenționale de încălzire/răcire a apei, cu pompe de căldură.

Prin utilizarea unei pompe de căldură de tipul apă-apă cu un COP = 5.4, 1kWh de energie termică se obține de aproximativ 5.4 ori mai ieftin decât folosind energie electrică.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Cristea V., Grecu I., Ceapă C. (2002) – *Ingineria sistemelor recirculante din acvacultură*, Ed. Didactică și Pedagogică R.A. București, p. 13-27;
- [2]. Florescu A., Duicu T., Burchiu N. (1985) – *Instalații de pompe de căldură*, Ed. Tehnică, București;
- [3]. Gavrilăscu R. (2003) – *Pompe de căldură*, Editura Matixrom, București;
- [4]. Pop A., David P. (2007) – *Utilizarea pompelor de căldură pentru încălzirea/răcirea apei din sistemele recirculante de creștere superintensivă a peștilor*,. Lucrări Științifice (INMATEH), vol. 5, nr. 23, p. 209-214;
- [5]. Pop A. (2007) – *Cercetarea și dezvoltarea unei tehnologii pentru creșterea superintensivă a peștilor într-un sistem recirculant cu optimizarea parametrilor tehnologici și asigurarea protecției sanitar-veterinare*, INMA București, contr. nr. 51-054/14.09.2007;
- [6]. Răduleț R. și colab. (1957-1966) – *Lexiconul Tehnic Român*, Editura Tehnică București.

ORGANIC APIARY DESIGN IN BULGARIA

ПРОЕКТИРАНЕ НА БИОЛОГИЧНИ ПЧЕЛИНИ В БЪЛГАРИЯ

Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Atanasov At.¹⁾, Ph.D. Hristakov I.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Lubenov L.¹⁾, Ph.D. Eng. Vladut V.²⁾,
Assoc. Prof. Ph.D. Dochev V.³⁾, Prof. Ph.D. Eng. Biris St.S.⁴⁾

¹⁾Ruse University, Agro-industrial Faculty / Bulgaria; ²⁾INMA Bucharest / Romania;

³⁾IASS Obrzov Chiflik Ruse / Bulgaria; ⁴⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania

E-mail: aatanasov@uni-ruse.bg

Abstract: Taken into consideration are several basic stages in the design of the organic apiary including: information service – preliminary, current, computer, case studies of organic apiaries; practical preparation and enrolling apiarists – fulltime and part-time courses, practical training, applicants' knowledge and skills evaluation; selecting the place for organic apiary; structure and organization of the apiary; determining the number of bees colony in depending on the conditions of the area; certification of the apiary; organic beekeeping technologies selection; necessary fixed assets- selection of breed of bees, beekeeping implements, buildings for centrifugation of honey and storage; financial insurance – bee-keeping programs and opportunities for application, prices and realization and etc. Applying of such design approach for organic apiary creates favourable conditions for full use of honey plants, high yields of bee products, sustainable development and management of the apiary.

Key words: organic apiary, design, honey

INTRODUCTION

The extremely favorable natural and climatic conditions of Bulgaria characterized with diverse relief and microclimate are the reasons for which the country traditionally develops agriculture as a main branch of its economy. The bee keeping as a branch of the agriculture has a significant contribution to the formation of a large part of the income of small and medium farmers. Taking into account these favorable conditions, the development of the sector is one of the important priorities for the country for alternative employment of the population in underdeveloped rural areas under the common agricultural policy of the European Union.

Despite of the favorable natural conditions in recent years a reduction in the number of bee colonies has been observed. According to the data [3] in 2012, the existing bee families in the country were 3.4% less than in 2011. The trend is similar in the number of farms breeding bee families – 11.9% less in comparison with 2011.

Unlike the conventional bee keeping the number of bee families bred organically increased by about 45% compared to 2011. A prerequisite for that increase is the good welcome of the produced organic honey on the international markets.

Taking into account these changes, many beekeepers find themselves unprepared for the new production conditions. The main question is: What do we need to have, in order to decide to do biological apiary, to certify the existing one? Database and methodologies for the design of conventional apiaries, used until now, do not allow the objective changes in the transition to organic production to be taken into account. Many authors considering the changes happened - [5], [8], [13] partially propose a methodology for the design of organic apiaries

Резюме: Разгледани са някои основни етапи при проектиране на биологични пчелини включващи: информационно осигуряване – предварително, текущо, електронно; практическа подготовка и набиране на пчелари - курсове очни и задочни, практическа подготовка, оценка на знанията и уменията на кандидатите; избор на място за биологичен пчелин; структура и организация на пчелина; определяне на броя на пчелните семейства в зависимост от условията на района; сертифициране на пчелина; избор на технологии за биологично отглеждане на пчели; необходими дълготрайни активи- избор на порода пчели, пчеларски инвентар, сгради за центрофугиране на меда и съхраняване на продукцията; финансово осигуряване- пчеларски програми и възможности за кандидатстване; цени и реализация на получената продукция и др. С приложението на етапите при проектиране на биологични пчелини се създават благоприятни предпоставки за пълноценно използване на медоносната растителност, високи добиви на пчелни продукти, устойчиво развитие и управление на пчелина.

Ключови думи: биологичен пчелин, проектиране, мед

ВЪВЕДЕНИЕ

Изключително благоприятните природно-климатични условия на България характеризирани се с разнообразен релеф и микроклимат, са причината страната традиционно да развива земеделието като основен отрасъл на своята икономика. Пчеларството, като отрасъл на земеделието заема значителен дял в формирането на голяма част от доходите на малките и средни земеделски производители. Имайки предвид тези благоприятни предпоставки, то развитието на сектора е един от важните приоритети пред страната за алтернативна заетост на населението в слабо развитите селски райони съгласно общата селскостопанска политика на Европейския съюз.

Въпреки благоприятните природни дадености през последните години се наблюдава намаляване на броя на пчелните семейства. По данни на [3], през 2012 г. наличните пчелни семейства в страната са, с 3,4 % по-малко в сравнение с 2011 г. Подобна е и тенденцията при броят на стопанствата, отглеждащи пчелни семейства, което е с 11,9 % по-малко в сравнение с 2011 г.

За разлика от конвенционалното пчеларство броя на пчелните семейства отглеждани по биологичен метод нараства с около 45 % повече в сравнение с 2011 г. Предпоставка за това увеличение е добрият прием на биологично произведения пчелен мед на международните пазари.

Отчитайки тези промени много пчелари се оказват неподготвени за новите условия на производство. Основния въпрос който се поставя е Какво е нужно да имаме, за да решим да правим биологичен пчелин, да сертифицираме съществуващия? Ползваните до сега бази от данни и методики за проектиране на конвенционални пчелини не позволяват да се вземат предвид настъпилите обективни изменения при прехода към биологично производство. Много автори отчитайки настъпилите промени [5], [8], [13] частично предлагат методика за

based on regulatory requirements governing the organic beekeeping. Others offer solutions under specific conditions [1], [2], but unfortunately there is a lack of a scientifically grounded methodology for the design of organic apiaries.

Efficiency requirements for the production can be performed only in complete solution of the problems. This means the main stages in the design of organic apiary including: information security, practical training and recruiting beekeepers, choice of location for creation of the apiary, structure and organization of the apiary, apiary certification selection of technologies, determination of necessary fixed assets, determination of the necessary consumptives and financial support to be justified.

METHOD OF DESIGNING ORGANIC APIARY

What do you need to have to decide to do biological apiary, to certify the existing one?

The creation of an apiary requires prior design. The aim is the most favorable conditions to be established for a sustainable development of bee families, high yields of bee products to be obtained and the available resources to be used most rationally.

RESULTS

1. Information providing

Information providing involves the use of multiple sources at all levels of development and implementation of the project. The information providing can be taken (literature overview acc. a list), from current and reference literature, from the Internet, case of studies of organic apiaries.

1.1. Pre - literature overview acc. a list

Includes scientific and popular scientific literature.

1.2. Current, reference literature acc. a list

The main current sources used for information providing in developing a project for organic beekeeping are: official data of the NSI; NGOs consultancy, as "Bioselena" a foundation for organic farming, Association for Organic Agriculture "Ecopharm", "Agrolink" association, information from national institutions - employment agency, agricultural statistics of the Ministry of Agriculture and Food; information from regional sources; information from local sources - municipal administration, municipal office of agriculture; data from scientific journals and conferences, dissertations, successfully developed similar projects, information, collected information on a particular occasion - surveys and more.

1.3. Internet addresses

1.4. Case studies of organic apiaries

Collection of information on case studies of organic apiaries may take the form of a questionnaire giving us information about the overall profile of the apiary (activity, number of hives, available inventory, annual production, marketing of produce, etc.), technology of the organic farming, necessary resources and problems to start the organic beekeeping.

2. Education, training and recruitment of beekeepers

Unlike of the other industries where staff training is relatively short-term and after the acquisition of certain theoretical and practical knowledge are ready for the implementation of production processes, in beekeeping besides theoretical training, long-term practical training is been required.

The selection and the training of beekeepers are related to the specifics of the production itself, as allergic to stings, fear of stings and other factors that influence on

проектиране на биологични пчелини основавайки се на нормативните изисквания регламентиращи биологичното пчеларство. Други предлагат решения при конкретни условия [1], [2] но за съжеление липсва научно обоснована методика за проектиране на биологични пчелини.

Изискванията за ефективност на производството може да се изпълни само при цялостно решение на проблемите. Това означава да се обосноват основните етапи при проектиране на биологичния пчелин включващи: информационно осигуряване, практическа подготовка и набиране на пчелари, избор на място за създаване на пчелин, устройство и организация на пчелина, сертифициране на пчелина, избор на технологии, определяне на необходимите дълготрайни активи, определяне на необходимите консумативи, финансово осигуряване.

МЕТОД ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА БИОЛОГИЧЕН ПЧЕЛИН

Какво е нужно да имаме, за да решим да правим биологичен пчелин, да сертифицираме съществуващия?

Създаването на пчелин изисква предварително проектиране. Целта е да се създадат най-благоприятни условия за устойчиво развитие на пчелните семейства, постигане на високи добиви на пчелни продукти и най-рационално използване на наличните ресурси.

РЕЗУЛТАТИ

1. Информационно осигуряване

Информационното осигуряване предполага използването на различни източници на всички нива на разработване и изпълнението на проекта. Информационното осигуряване може да бъде предварително (литература за обща представа по списък), от текуща и справочна литература, от интернет, казуси от биологични пчелини.

1.1. Предварително – литература за обща представа по списък

Включва научна и научно популярна литература.

1.2. Текуща, справочна по списък

Основните текущи източници използвани за информационно осигуряване при разработването на проект за биологично пчеларство са: официални данни на НСИ; неправителствени организации за консултантска дейност, като фондация по биологично земеделие - „Биселена“, асоциация за екологично земеделие „Екофарм“, сдружение „Агролинк“, информация от национални институции – агенция по заетостта, агростатистика към министерството на земеделието и храните; информация от регионални източници; информация от местни източници – общинска администрация, общинската служба по земеделие; данни от научни списания и конференции, дисертации, подобни успешно разработени проекти, информация събрана по конкретен повод- анкетни проучвания и др.

1.3. По Интернет: адреси

1.4. Казуси от биологични пчелини

Събирането на информация по казуси от биологични пчелини може да стане под формата на въпросник даващ ни информация за общия профил на пчелина (дейност, брой кошери, наличен инвентар, годишно производство, реализация на продукцията и др.), технологията на биологично производство, необходими ресурси и проблеми, за да се започне биологично пчеларство.

2. Обучение, практическа подготовка и набиране на пчелари

За разлика от другите производства, където обучението на кадрите е сравнително краткотрайно и след придобиване на определени теоретични и практически познания са готови за осъществяване на производствените процеси, то при пчеларството освен теоретично обучение се изисква дълготрайно практическо обучение.

Избора и обучението на пчелари е свързано и със спецификата на самото производство, като алергичност към ужилване, страх от ужилване и други фактори, които влияят при намирането на

finding suitable staff to pursue that profession.

In organic beekeeping training the requirements and the selection of beekeepers increase taking into account the requirements related to the organic production.

The training may include the following steps:

2.1. Regular and correspondence courses

Courses can be held at research institutes of organic agriculture, universities, colleges and other specialized scientific institutions having the necessary number of specialists, facilities and equipment.

2.2. Practice

After the completion of the appropriate course the candidates are recommended to go through the practical application of knowledge acquired in beekeepers with years of long experience in the field of organic beekeeping

2.3. Evaluate the knowledge and skills of candidates

In assessing the knowledge of the candidates their theoretical and practical knowledge are examined.

2.4. Information courses for training

After selecting the beekeepers periodic courses for information about innovations related to the production and improvement the knowledge base are recommended.

3. Selecting the place for organic apiary

The choice of location for the creation of an organic apiary is of great importance. The environment is of great importance, also and the presence of honey plants in a range of 2 km. Honey plants should be diverse during flowering to be able to ensure prolonged grazing of bees. It is particularly important in early spring pollen-bearing plants to be grown around the apiary. Along with the selection of suitable grazing areas in the design of organic apiaries the region has to be explored also and according to the requirements contained in the regulations governing organic production (the old ordinance № 35 replacing the old one - Ordinance 1 January 2013 MAF).

4. Structure and organization of the apiary

Along with choosing a place for biological apiary, the arrangement of hives in the apiary is an important step in the design. It is best if space permits hives be located at a greater distance from each other to avoid honey robbing by bees to prevent diseases.

The scheme of arrangement of the hives must comply with the ground and the plants in it, sunshine, handiness of beekeepers and others. Usually arrangement schemes that have been adopted in our country are staggered also in groups. In staggers the distance is 3 - 4 m from row to row and 2 - 3 m from hive to hive. In group arrangement the available hives are placed by 2 - 3 together at a distance of 0.5 m in the form of a triangle or half circle, with entrances facing slightly sideway. The distance between the groups is 2 - 3 m, and between the rows - 4 - 5 m.

In group arrangement not only that bees and mothers are better orientating, but also and the beekeeper is facilitated too much in his work because some of manipulations, as joining or strengthening of bee families, moving honeycombs, artificial swarming, etc. can much faster and convenient be carried out between adjacent hives within the individual group [12].

Some authors recommend U-shaped, V-shaped and serpentine pattern Fig. 1 and Fig. 2.

Despite of the scheme of arrangement adopted an important condition is the entrances if it is possible to the hives to face the sunrise to activate the bees in the morning. At the same time the hives must be placed under

подходящи кадри да упражняват тази професия.

При биологичното пчеларство изискванията към обучението и избора на пчелари се повишава имайки предвид изискванията свързани с биологично производство.

Обучението може да включва следните етапи:

2.1. Курсове очни и задочни

Курсовете могат да се проведат в научни институти по биологично земеделие, университети, колежи и други специализирани научни заведения разполагащи с необходимия брой специалисти, материална база и оборудване.

2.2. Практика

След завършването на съответния курс се препоръчва кандидатите да преминат през практическо приложение на придобитите знания при пчелари с дългогодишен опит в областта на биологичното пчеларство.

2.3. Начин за оценка на знанията и уменията на кандидатите

При оценката на знанията на кандидатите се проверяват техните теоретични и практически познания.

2.4. Информационни курсове за повишаване на квалификацията

След избора на пчелари се препоръчва провеждането на периодични информационни курсове за информиране за новостите свързани с производството и подобряване на базата от знания.

3. Избор на място за създаване на биологичен пчелин

Изборът на място за създаване на биологичен пчелин е от голямо значение за неговата доходност. От голяма важност е околната среда и наличието на медоносна растителност в радиус от 2 km. Медоносните растения трябва да са разнообразни по време на цъфтеж, за да могат да осигурят по продължителна паша на пчелите. Особено важно е в ранна пролет около пчелина да има прашецодайна растителност. Наред с избора на райони с подходяща паша при проектирането на биологични пчелини трябва да се проучи района и по отношение на изискванията, отразени в нормативните документи регламентиращи биологичното производство (старата наредба №35, и заместващата я Наредба 1 от Януари 2013 на МЗХ).

4. Устройство и организация на пчелина

С избора на място за биологичен пчелин важна стъпка в проектирането е подреждането на кошерите в пчелина. Най-добре е, ако мястото позволява кошерите да бъдат разположени на по-голямо разстояние един от друг за избягване налитания и кражби с цел предпазване от заболявания.

Схемата на подреждане на кошерите трябва да е съобразена с терена и насажденията в него, слънцегреенето, удобство при работа на пчеларя и др. Обикновено схемите за подреждане, които са възприети у нас са шахматно и групово. При шахматното разположение разстоянието е 3 - 4 m ред от ред и 2 - 3 m кошер от кошер. При груповото разположение кошерите се разполагат по 2 - 3 заедно на 0,5 m един от друг във формата на триъгълник или полукръг и се извиват малко настрани с входовете. Разстоянието между групите е 2 - 3 m, а между редовете - 4 - 5 m.

При груповото разположение не само, че пчелите и майките се ориентират по - добре, но и пчеларят е улеснен твърде много в работата си, тъй като редица манипулации, като присъединяване или подсилване на пчелни семейства, преместване на пити, изкуствено роене и пр. може много по-бързо и удобно да се извършват между близкостоящите кошери в отделната група [12].

Някои автори препоръчват U-образна, V-образна и змиевидна схема фиг.1 и фиг.2.

Независимо от приетата схема на подреждане важно условие е по възможност входовете на кошерите да са ориентирани към изгрева на слънцето за активиране на пчелите в сутрешните часове. В същото време кошерите

loose shade to avoid overheating in the midday and afternoon.

The hives are placed on stands at a height of 15 - 20 cm with a slight tilt forward. Weed infestation around the hives in the apiary is not allowed. It is important that drinkers in the apiary to be located on the sunlit place with running water.

5. Determination the number of bee colony depending on the conditions of the area

Typical for the organic beekeeping is that forest and meadow vegetation are the dominant ones in the selected areas which is consistent with the principles of production itself (without any field cultural species grown conventionally). Considering this feature it is necessary the maximum number of bee families bred in the selected area to be accurately determined.

The calculation is made on the basis of honey plants within a radius of 2 km around the apiary which covers an area of about 12 500 da. To facilitate the calculation the area can be mapped as the different flowering species are separated and their area be determined. The calculation is easier in cases when plants are located on one and the same type of area (lime wood, acacia forest, grassland and forage plants) and more difficult when they are spread on different mixed arrays. According to the areas of honey crops and their honey productivity the possible amount of honey yield can be calculated. Honey productivity of the honey plants is variable depending on the weather conditions during the year, but estimates are given in some books [12].

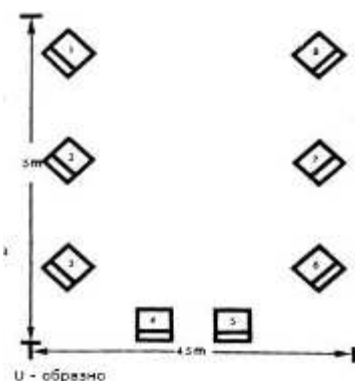


Fig. 1 - U-figurative scheme

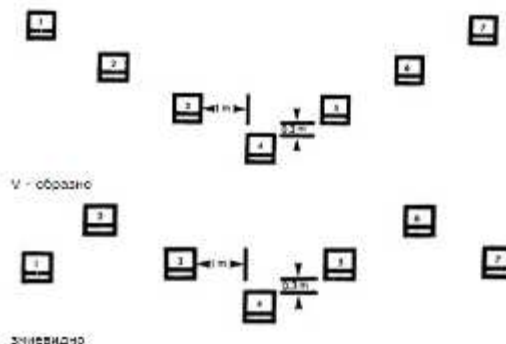


Fig. 2 - V-figurative and snake-shaping scheme

In determination the number of bee families should be taken into account that all the nectar of honey plants secreted is not being absorbed 100% by the bees as part of it is being absorbed by other insects, and some may be lost due to unfavorable meteorological conditions. Conventionally it is assumed that 50% of the nectar is not absorbed. A bee family needs 70-80 kg honey for its development and if 15 kg commodity honey is planned, then each bee family will need 85-95 kg honey. When 50% of the stock of nectar for a given area P_n is divided to the total amount of honey Q we get N – the number of bee families that can be grown in this area.

6. Certification of apiary

In biological products, including honey, compliance is required with strict legal rules and technological processes in manufacturing, processing, packaging, storage and transport. It is necessary certification, marking, providing access to public information, control,

е добре да са разположени под рехавя сянка за избягване прегряване през обедните и следобедните часове.

Кошерите се поставят на стойки на височина 15-20 cm с лек наклон напред. Не се допуска буренясване около кошерите и в пчелина. Важно условие е поилката в пчелина да е разположена на огрято от слънцето място с течаща вода.

5. Определяне броя на пчелните семейства в зависимост от условията на района

Характерното за биологичното пчеларство е, че избраните райони са с преобладаваща горска и ливадна растителност което е съобразено с принципите на самото производство (без наличие на полски културни видове отглеждани конвенционално). Имайки предвид тази особеност е необходимо много точно да се определи максималния брой на пчелните семейства отглеждани в избрания район.

Изчисляването се прави на база на медоносните растения в радиус от 2 km около пчелина което обхваща площ около 12 500 da. За улесняване на изчисляването района може да се картографира, като се разделят отделните цъфтящи видове и се определи тяхната площ. Изчисляването е по лесно в случаите когато растенията са разположени от един и същ вид на дадена площ (липова гора, акациева гора, ливадни и фуражни растения) и по трудно, когато са пръснати по на различни смесени масиви. Съобразно с площите на медоносните култури и тяхната медопроодуктивност се получава количеството мед което може да се получи. Медопроодуктивността на медоносните растения е променлива величина зависи от климатичните условия през годината, но приблизителни данни са посочени в някои литературни източници [12].

При определяне броя на семействата трябва да се съобрази, че всичия нectar отделян от медоносните растения не се усвоява на 100 % от пчелите, като част от него се усвоява от други насекоми, а друга част може да бъде изгубен поради неблагоприятни метеорологични условия. Условно се приема, че 50 % от нектара не се усвоява. За развитието си едно семейство се нуждае от 70-80 kg мед и ако се планува 15 kg стоков мед, то за всяко семейство ще е необходим 85-95 kg. мед. Когато се разделят 50 % от запасите на нectar за дадената площ P_n на общото количество мед Q ще получим броя N на пчелните семейства които могат да се отглеждат в дадения район.

6. Сертифициране на пчелина

При биологичните продукти, включително и пчелиният мед се изисква спазване на строго определени законови правила и технологични процеси в производството, преработката, опаковането, съхраняването и транспорта. Необходимо е сертифициране, маркиране, осигуряване на достъп до

etc. [14], [15], [16] – all of them mandatory for all processes in the food chain of organic products [10]. EU has a common framework of Community with rules for organic production [6].

Under current regulations, control and certification of organic products in Bulgaria are performed by legal entities - entrepreneurs and non-profit organizations approved by the Minister of Agriculture and Food.

After the choice of a certification organization, the beekeeper shall submit an application and a statement of its intention for transition to organic production [7].

A declaration testifies to the concrete existence of the apiary. It mentions about: the locations of the stationary hives, wintering places, places of transhumance, the location of the quarantine apiary. Application and declaration shall be submitted to the Bulgarian Agency for Food Safety (Food Safety Agency) and allows an identification (registration) number of the apiary and hives.

The transitional period from conventional to organic beekeeping is 1 year. During this period, complete replacement of the wax combs with wax bases, derived from wax from organic apiaries is required. After authorization non-organic wax may be used, but to be produced by opening of honey combs or construction frames.

публична информация, контрол и др. [14], [15], [16] които са задължителни за всички процеси от хранителната верига на биологичните продукти [10]. ЕС има обща рамка на Общността с правила за биологичното производство [6].

Съгласно действащата нормативна уредба, контролът и сертификацията на биологичните продукти в България се извършва от юридически лица – търговци и сдружения с нестопанска цел одобрени от Министерът на земеделието и храните.

След избора на сертифицираща организация пчеларя подава заявление и декларация за намерението си за преход към биологично производство [7].

Декларацията свидетелства за конкретното съществуване на пчелина. В нея се упоменават местонахожденията на стационарните кошери, на местата за зимуване, местата за подвижно пчеларство, местонахождението на карантинния пчелин. Заявлението и Декларацията се подават в Българската агенция за безопасност на храните (БАБХ) и позволява определянето на идентификационен (регистрационен) номер на пчелина и кошерите.

Преходния период за преминаване от конвенционално към биологично пчеларство е 1 година. През този период се изисква пълна подмяна на восъчните пити с восъчни основи получени от восък от биологични пчелини. След разрешение може да се използва и восък от небиологично производство, но да е получен от разпечатки на питите с мед или далаци (строителни рамки).

$$N = Pn / Q$$

(1)

These requirements impose beekeeper to be very well acquainted with the regulations and strictly to follow them.

Immediately after the certification of the production record-keeping starts of the relevant documentation with registration of all the activities of the apiary.

The certification ensures the achievement and maintenance of the required quality, consumer satisfaction and improves the competitive position of beekeepers.

The consumers of organic honey can have confidence in compliance with strict standards and reliable control through the application of certified and integrated systems for quality control throughout the food chain. Certification standards for organic farming will lead to preventively solving some problems of the beekeepers, such as:

- traceability and control of bee and honey products throughout the food chain from the apiary to the table;
- ensuring the safety and quality of bee products;
- improvement of the opportunities for realization of bee products and direct export to international markets;
- creation of bee products with high added value and promotion of their own brands;
- possibility for additional subsidies under the Common Agricultural Policy (CAP) of the EU;
- compliance with laws and regulations;
- sustainable development of the apiaries as a result of maintaining of a stable production quality throughout the food chain.

7. Technologies

7.1. Possible technologies for organic beekeeping

In conventional beekeeping honey bees are fed by sugar or other sweetening substances. In organic beekeeping the nectar of plants and organic honey, which they have produced themselves, is the only food for bees.

To assess the effectiveness of the organic production we must choose an appropriate technology of cultivation. The final result of the design is reflected to the expenses for the particular technology and honey yield expected. When using data from a study of the expected market

Тези изисквания налагат пчеларят много добре да познава нормативните документи и стриктно да ги спазва.

Веднага след сертификацията на производството му започва и воденето на съответната документация, свързана с документиране на всички дейности на пчелина.

Сертифицирането осигурява постигането и поддържането на исканото качество, удовлетворяване на потребителите и подобряване на конкурентните позиции на пчеларите.

Потребителите на биологичен мед могат да имат доверие в спазването на строго определени стандарти и надежден контрол чрез прилагането на сертифицирани и интегрирани системи за управление на качеството по цялата хранителна верига. Сертифицирането по стандартите за биологично земеделие ще доведе до превантивно решаване на редица проблеми на пчеларите, като:

- проследяемост и контрол на пчелните продукти и мед по цялата хранителна верига от пчелина до трапезата;
- осигуряване на безопасност и качество на пчелните продукти;
- подобряване на възможностите за реализация на пчелни продукти и директен експорт на международни пазари;
- създаване на пчелни продукти с висока добавена стойност и утвърждаване на собствени марки;
- възможност за допълнително субсидиране по линия на общата аграрна политика (ОАП) на ЕС;
- спазване на законовата и нормативната база;
- устойчиво развитие на пчелините в резултат на поддържане на по-стабилно качество на продукцията по цялата хранителна верига.

7. Технологии

7.1. Възможни технологии за биологично отглеждане на пчели

При конвенционалното пчеларство обикновено пчелите се подхранват със захар или други подсладители. При биологичното пчеларство единствената храна, с която се хранят пчелите е нектара от растенията и биологичен пчелен мед, който те сами са си произвели.

За да преценим ефективността на биологичното производство трябва да изберем подходяща технология на отглеждане. Крайният резултат от проектирането се отразява в разходите за конкретната технология и очакваните добиви на мед. Когато се използват и данните от проучване на очакваните

price for realization of the honey, organically produced, the potential revenue can be calculated. Then the difference between revenue and expenses represents the effectiveness of the particular technology.

The technology chosen should provide effective use of available apiary and bee grazing, labor resources, obtaining sufficient quantity and quality production, acceptable income from the sale of the production.

The technology must comply with the basic principles of the organic beekeeping:

- In organic apiary it is working if is possible as in a closed system, relying entirely on their own resources.
- A permanent high productivity of bee colonies is maintained.
- Qualitative organic bee products are being produced – they are processed properly and stored as not to deteriorate their quality. They are safe for humans and bees.
- Bees, their activities and the intervention of man must be in a harmony.
- The surrounding environment is protected.
- The use of energy sources and fuels are minimized .

7.2. Possible technologies for obtaining of bee products

In the extraction of organic honey and other bee products the basic biological principles are:

- The absence of any contamination in honey and honey products.
- The extraction of the products must take place in harmony with the life of the bee family - they should not be stressed.

8. Necessary fixed assets (except land)

8.1. Choosing a breed of bees

When choosing a breed of bees the beekeeper takes into account the adjustment of the breed to the local conditions, viability and sustainability of bees to disease and pests. According to the regulation on organic farming European breeds of *Apis mellifera* and their local ecotypes have been recommended:

8.2. Beekeeping equipment

Beekeeping equipment in organic beekeeping is not significantly different from the conventional beekeeping.

Hives and equipment for the production of honey are mainly made of natural materials presenting no risk of contamination of the environment and bee products. In hives only natural products are used such as propolis, wax and plant oils. For new foundations only bee wax from an organic farm is used

8.3. Premises for centrifugation and storage of honey production

Premises for centrifugation of bee honey should be of such sizes that workspace to allow completion of all activities according to the hygiene requirements; activities to be carried out freely without causing cross contamination in importation, processing and export of combs, fresh honey and other materials. The floorings must be smooth, the walls covered with waterproof, non-absorbent, non-toxic materials; the ceilings and hanging constructions and installations attached to them must be performed in a manner that prevents the accumulation of dust, condensation and mold growth.

The surfaces that come into contact with the honey and other bee products should be kept clean and in good condition, the windows have to be such constructed and made from materials that allow effective cleaning; the doors must have smooth surfaces covered with non-absorbent materials [5].

The warehouses for the storage of honey must be

пазарни цени за реализация на биологично произведения пчелен мед може да се сметнат възможните приходи. Тогава разликата между приходи и разходи представя ефективността на конкретната технология.

Избраната технология трябва да осигурява ефективното използване на пчелина и наличната пчелна паша, трудовия ресурс, получаването на достатъчно по количество и качество продукция, приемливи доходи от продажбата на продукцията.

Технологията трябва да е съобразена с основните принципи на биологичното пчеларство:

- В биологичния пчелин се работи по възможност като в затворена система, като се разчита изцяло на собствени ресурси.
- Поддържа се трайна висока продуктивност на пчелните семейства.
- Произвеждат се качествени биологични пчелни продукти – обработват се правилно и се съхраняват така, че да не се влошава качеството им. Те са безопасни за хората и за пчелите.
- Пчелите, тяхната дейност и намесата на човека да са в хармония.
- Опазва се околната среда.
- Свежда се до минимум използването на източници на енергия и горива.

7.2. Възможни технологии за добиване на пчелни продукти

При добиването на биологичния пчелен мед и другите биологични пчелни продукти основни принципи са:

- Отсъствието на всякакви замърсявания в пчелния мед и пчелните продукти.
- Извличането на продуктите трябва да протича в хармония с живота на пчелното семейство – пчелите не трябва да се стресират.

8. Необходими дълготрайни активи (освен земята)

8.1. Избор на порода пчели

При избор на породи пчели пчеларя взема предвид приспособяването на породата към местните условия, жизнеспособността и устойчивостта на пчелите към болести и неприятели. Според наредбата за биологично земеделие се препоръчват европейските породи от *Apis mellifera* и техните местни екотипове.

8.2. Пчеларски инвентар

Пчеларския инвентар при биологичното пчеларство не се различава съществено от конвенционалното пчеларство.

Кошерите и инвентарът за производство на мед се изработват основно от естествени материали, които не представляват риск от замърсяване на околната среда и пчелните продукти. В кошерите се използват само природни продукти като прополис, восък и растителни масла. За нови основи се използва пчелен восък от стопанство с биологично производство.

8.3. Сгради за центрофугиране на меда и съхраняване на продукцията

Помещението за центрофугиране на мед трябва да е с такива размери, че работното пространство да позволява извършване на всички дейности, съгласно хигиенните изисквания; дейностите да се извършват свободно, без да се предизвиква кръстосано замърсяване при внасяне, преработка и изнасяне на пити, мед и др. материали. Подовите настилки да са гладки; стените да са покрити с водоустойчиви, неабсорбиращи, нетоксични материали; таваните и прикрепените към тях висящи конструкции и инсталации трябва да са изпълнени по начин, който не допуска натрупването на прах, образуването на конденз и развитие на плесени.

Повърхностите, които влизат в контакт с меда и другите пчелни продукти, да се поддържат чисти и в добро състояние, прозорците да са с конструкция и от материали, които позволяват ефективно почистване; вратите да са с гладка повърхност, покрити с неабсорбиращи материали [5].

Складовите помещения за съхранение на меда трябва

equipped with suitable shelves. For the proper storage of the honey therein, the temperature should not be higher than 25 ° C and the humidity - not higher than 80%.

9. Financial providing in creation of the apiary and realization of the production

9.1. Business plan

The business plan is an absolutely necessary step in the preparation of projects for the creation of biological apiaries and for the development of the apiary as a whole.

The business plan is a document that must accompany the documentation of the financing proposal, too often - the main document. The business plan should answer a few questions that a funding organization or a bank usually asks: What is the amount of the funding sought? 2. Intended use of the funds? 3. How will be the funds utilized?

9.2. Beekeeping programs and opportunities to apply

An important step for the successful implementation of the business idea to design biological apiary is the searching and finding funding sources. This can be national apiculture program for the three year period 2014 - 2016, the Programme for Rural Development 2014 – 2020, etc., published in the information pages of the "Ministry of Agriculture and Food" and the State Fund "Agriculture".

9.3. Opportunities for realization of the production

The markets of organic honey in Europe and worldwide are the main generators to initiate its production. This indicates that the future production of organic honey would be a derivative of the trends and development in these markets. Legislative and regulatory base for the functioning of the biological markets, including honey, provide a framework for all business processes that must comply to organic honey production- from the design of the apiary to the end consumer. Therefore the producers of organic honey must adapt their activities and behavior considering not only of the market but also and regulatory conditions, and CAP of the EU should provide a sound basis for a successful promotion and development of organic beekeeping.

Globally, organic markets will continue to grow sustainably in the coming decades, and together with them the market for organic bee products and honey. Brazil is one of the largest producers of organic honey, as Argentina and Mexico also produce significant quantities. Timely and reliable official data are still missing about the exact amounts of organic honey, but it is only a small part of the honey production worldwide. The interest in organic beekeeping globally is great, because the organic honey is welcome on the world market.

There is a good market of the organic honey in the developed and wealthy northern and Central European countries, and is been imported because the local organic honey is insufficient. The largest market of organic honey in Europe is in Germany, but the organic honey is less than 8% out of the total honey production. Italy is the largest producer of certified organic honey in the EU. The organic beekeeping in EU has a great potential and an important role there will be played by the countries of Southeast Europe, including Bulgaria and Romania, which are among the largest producers. The capricious market of United Europe is hungry for quality and certified organic honey and it is an important target market for Bulgarian beekeepers.

10. Accounting and documentation

The proper management and development planning of the apiary is reflected in the relevant documentation

да са оборудвани с подходящи стелажи. За съхранение на пчелния мед температурата в тях не трябва да е по-висока от 25° C, а влажността на въздуха да не е по-висока от 80%

9. Финансово осигуряване при създаването на пчелина и реализация на получената продукция

9.1. Бизнесплан

Бизнес-планът е абсолютно необходима стъпка при изготвянето на проекти за създаването на биологични пчелини и за развитието на пчелина като цяло.

Бизнес-планът е документ, който трябва да придружава документацията на предложението за финансиране – твърде често – основният документ. Бизнес-планът трябва да дава отговор на няколко въпроса, които една финансираща организация или банка обикновено поставят: 1. Какъв е размерът на търсеното финансиране? 2. За какво ще се използват средствата? 3. Как ще бъдат оползотворени средствата?

9.2. Пчеларски програми и възможности за кандидатстване

Важна стъпка за успешно реализиране на бизнес идеята за проект на биологичен пчелин е търсенето и намирането на източници на финансиране. Това могат да бъдат Националната програма по пчеларство за тригодишния период 2014-2016 г., Програмата за развитие на селските райони 2014 – 2020 г и др., които се публикуват в информационните страници на „Министерство на земеделието и храните“ и Държавен фонд „Земеделие“.

9.3. Възможности за реализация на получената продукция

Пазарите на биологичен мед в европейски и световен мащаб се явяват основните генератори за инициране на неговото производство. Това показва, че бъдещото производство на биологичен мед ще е производно на тенденциите и развитието на тези пазари. Законодателната и нормативната база за функциониране на биологичните пазари, включително и на пчелният мед, задават рамката на всички бизнес процеси, с които трябва да се съобрази производството на биологичен мед – от проектирането на пчелина до крайният консуматор. Следователно производителите на биологичен мед трябва да приспособят действията и поведението си отчитайки не само пазарните, но и нормативните условия, а ОАП на ЕС трябва да осигури стабилна база за успешно популяризиране и развитие на биологичното пчеларство.

В световен план биологичните пазари ще продължат устойчиво да растат в близките десетилетия, а заедно с тях и пазарът на биологични пчелни продукти и мед. Бразилия е един от най-големите производители на биологичен мед, като Аржентина и Мексико също произвеждат значителни количества. Все още липсват надеждни и актуални официални данни за точното количество на произведения биологичен мед, но то е само малка част от световното производство на мед. Интересът към биологичното пчеларство в глобален план е голям, защото биологичният мед намира добър прием на световния пазар.

В по-развитите и богати северни и средноевропейски страни, биологичният мед също има добър пазар, и преди всичко се внася, защото месния биологичен мед не достига. Германия е най-големият пазар на пчелен мед в Европа, но биологичният мед е под 8% от общия мед на пазара. Италия е най-големият производител на сертифициран биологичен мед в ЕС. Биологичното пчеларство в ЕС е с голям потенциал и важна роля в него ще играят страните от югоизточна Европа, включително България и Румъния, които са едни от големите производители. Капризният пазар на Обединена Европа изпитва глад за качествен и сертифициран биологичен мед, поради което той е важен целеви пазар за българските пчелари.

10. Отчетност и документация

Правилното ръководство и планиране развитието на пчелина се отразява в съответната документация

grouped as follows: a journal of the apiary; Book of the apiary, inventory book, etc. All documents can be automated with a spreadsheet or other software programs.

CONCLUSIONS

With the implementation of the design stages of organic apiaries favorable conditions for full use of honey plants are been created, high yield of bee products, sustainable development and management of the apiary have been obtained.

At the same time competitiveness of the producers of organic bee products has been significantly improved.

REFERENCES

- [1]. Conrad R. Nabhan G.P. (2013) - *Natural Beekeeping: Organic Approaches to Modern Apiculture*, 2nd Edition, ISBN-13: 978-1603583626.
- [2]. Jitariu D., Popescu M., Ardeleanu C. (2011) - *The implementation of an apiarian management in the Dobrogea rural space - Ion Corvin village*, Present environment and sustainable development, vol. 5, no. 2, România;
- [3]. *Agricultural Report* (2013) - Ministry of Agriculture and Food -, <http://www.mzh.government.bg/mzh/Documents/AgrarenDoklad.aspx>
- [4]. *** - Organic beekeeping - basic requirements, http://www.biohoney-bg.com/BioBeekeeping_basic_requirements.htm;
- [5]. Dinkov D. (2013) - *Veterinary and sanitary expertise of honey*, http://plamenvet.com/pdf/VSE_NA_PCHELEN_MED_GI_as_Dinko_Dinkov_VMF_2013.pdf;
- [6]. *** (2013) - *Law implementing the General organization of the markets of agricultural products to the European Union*;
- [7]. *** - *Application for certification of organic beekeeping*, <http://www.balkanbiocert.com/pdf/5.1.005%20Application%20for%20beekeeping.pdf>;
- [8]. *** - *Critical points in the practice of the organic beekeeping*, http://uad.bg/files/custom_files/files/documents/New%20knowledge/year2_n2/presentation_dimov.pdf;
- [9]. Kanev K. (2014) - *Organic Beekeeping - future and problems*, *Beekeeping Journal*, <http://nbps.press.bg/br28/4.htm>;
- [10]. Lyubenov L. (2014) - *Agricultural Marketing*, studios, Ruse;
- [11]. Ministry of Agriculture and Food (2013) - *Ordinance № 1 of 7 February 2013 on the application of the rules of organic production plants, animals, aquaculture, plant and animal products, aquaculture products and food, their labeling and control of the production and labeling*, SG, issue 16 of 19.02.2013;
- [12]. Nedialkov St. et al. (1983) - *Practical beekeeping*, Zemizdat, Sofia;
- [13]. *** - *Bees: choice for an apiary and its organization*, <http://biozemedelie.com/jivotni/miasto-pchelin/>.
- [14]. European Union (2007) - *Regulation (EC) № 834/2007 of 28 June 2007 on the organic production and labeling of the organic products and repealing Regulation (EEC) № 2092/91*;
- [15]. European Union (2008) - *Regulation (EC) № 1235/2008 of 8 December 2008 laying down detailed rules for implementing Regulation (EC) № 834/2007 of the Council regarding the regime for import of organic products from third countries*;
- [16]. European Union (2008) - *Regulation (EC) № 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for implementing Regulation (EC) № 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control*.

группирана в следните документи: дневник на пчелина; книга на пчелина, инвентарна книга и др. Всички документи могат да бъдат автоматизирани с електронни таблици или други софтуерни програми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С приложението на етапите при проектиране на биологични пчелини се създават благоприятни предпоставки за пълноценно използване на медоносната растителност, високи добиви на пчелни продукти, устойчиво развитие и управление на пчелина.

Подобрява се значително конкурентоспособността на производителите на биологични пчелни продукти.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Conrad R. Nabhan G.P. (2013) - *Natural Beekeeping: Organic Approaches to Modern Apiculture*, 2nd Edition, ISBN-13: 978-1603583626.
- [2]. Jitariu D., Popescu M., Ardeleanu C. (2011) - *The implementation of an apiarian management in the dobrogea rural space - Ion corvin village*, Present environment and sustainable development, vol. 5, no. 2, România;
- [3]. *Аграрен Доклад* (2013) - Министерство на земеделието и храните, <http://www.mzh.government.bg/mzh/Documents/AgrarenDoklad.aspx>;
- [4]. Биопчеларство-основни изисквания, http://www.biohoney-bg.com/BioBeekeeping_basic_requirements.htm;
- [5]. Динков Д. (2013) - *Ветеринарно санитарна експертиза на пчелен мед*, http://plamenvet.com/pdf/VSE_NA_PCHELEN_MED_GI_as_Dinko_Dinkov_VMF_2013.pdf;
- [6]. *** (2013) - *Закон за прилагане на Общата организация на пазарите на земеделски продукти на Европейския съюз*;
- [7]. *** - *Заявление за сертификация на биологично пчеларство*, <http://www.balkanbiocert.com/pdf/5.1.005%20Application%20for%20beekeeping.pdf>;
- [8]. *** - *Критични точки в практиката на биологичното пчеларство*, http://uad.bg/files/custom_files/files/documents/New%20knowledge/year2_n2/presentation_dimov.pdf;
- [9]. Кънев К. (2014) - *Биологичното пчеларство - бъдеще и проблеми*, *Пчеларски вестник*, <http://nbps.press.bg/br28/4.htm>;
- [10]. Любенков Л. (2014) - *Агропазари*, студия, Русе;
- [11]. Министерство на земеделието и храните (2013) - *Наредба № 1 от 7 февруари 2013 г. за прилагане на правилата на биологично производство на растения, животни и аквакултури, растителни, животински продукти, продукти от аквакултури и храни, тяхното етикетиране и контрола върху производството и етикетирането*, ДВ. бр. 16 от 19.02.2013;
- [12]. Недялков Ст., и др. (1983) - *Практическо пчеларство*, Земиздат, София;
- [13]. Пчели: Избор за място за пчелин и организирането му, <http://biozemedelie.com/jivotni/miasto-pchelin/>
- [14]. Регламент (ЕО) № 834/2007 на Съвета от 28 юни 2007 година относно биологичното производство и етикетирането на биологични продукти и за отмяна на Регламент (ЕО) № 2092/91;
- [15]. Регламент (ЕО) № 1235/2008 на Комисията от 8 декември 2008 година за определяне на подробни правила за прилагането на Регламент (ЕО) № 834/2007 на Съвета по отношение на режима за внос на биологични продукти от трети държави;
- [16]. Регламент (ЕО) № 889/2008 на Комисията от 5 септември 2008 година за определяне на подробни правила за прилагането на Регламент (ЕО) № 834/2007 на Съвета относно биологичното производство и етикетирането на биологични продукти по отношение на биологичното производство, етикетирането и контрола.

STUDY ON THE SHADE-TOLERANCE ABILITY OF GLECHOMA HEDERACEA

欧活血丹的耐荫能力研究

Lect. M. S. Agr. Wang J.Q.¹⁾, Ph.D. Agr. Yang D.P.²⁾, Prof. Ph. D. Agr. Zhu N.³⁾, Prof. Ph. D. Yung Dmitry⁴⁾¹⁾ College of Architecture and Urban Environment, Soochow University, Suzhou / China; ²⁾ Research Department, China Society for Urban Studies, Beijing / China; ³⁾ College of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin / China;⁴⁾ Seoul Konghon Service Center for Agricultural Flower Planting, Seoul / Republic of KoreaTel: +8613013785751; E-mail: szwiq193@163.com

Abstract: Planting understory groundcover plants has apparent ecological and agroforestry economic benefits. When planting intercrops under the forest, the herbaceous plants in the lower layer should have a certain shade tolerance. This study examined the shade tolerance of *Glechoma hederacea* by examining the light-utilization characteristics of it including the rate and state of its growth under different light conditions. The results showed that, *G. hederacea* had the lower light compensation point, the higher light saturation point, the maximum apparent quantum efficiency, and the maximum net photosynthetic rate, which reflected that *G. hederacea* had a wider use range of effective light radiation and a stronger shade-tolerance ability. In stronger light conditions, *G. hederacea* grew faster and had longer stems, shorter internodes, also the rooting and branching situations were better compared with that in weaker light. However, this plant grew normally in weaker light, and invasion of weeds was less prominent with well-growth. Thus, *G. hederacea*, as a kind of shade-endurance groundcover plant, was also adaptable to the full-light environment and could be used in the plant practice of forest interplanting.

Keywords: *G. hederacea*; Interplanting Crops in Forests; Groundcover Plants; Shade-tolerance Ability; Agroforestry Extension

INTRODUCTION

With the development of ecological recycling agroforestry, understory groundcover plants have received much attention in recent years owing to groundcover plants which are suitable for interplanting have obvious ecological and agroforestry economic benefits [13]. Firstly, understory groundcover plants, with thick foliage covering on the surface recover yellow soil, can effectively reduce the re-entrainment of dust and prevent soil erosion. In addition, planting understory groundcover plants can largely prevent the growth of weeds, and this consequently can reduce the use of pesticides, herbicides, and labor, thus meeting low-carbon requirements. Secondly, planting understory groundcover plants can significantly improve the green cover and the ability to improve the environment. Thirdly, these plants can increase species diversity and make the forest ecological system more stable. The key to successful planting of understory groundcover plants in forests lies in the shade tolerance of the groundcover plants chosen for planting. Therefore, study on the shade tolerance of groundcover plants has become the hot issues of academic concerns at home and abroad, but most of the current researches were focused on the comparison of the shade tolerance among different species regarding the shade-endurance groundcover plants [1,5,9,11,12,15,16], there are few studies on the shade tolerance of specific groundcover plant.

Glechoma hederacea is a perennial herb of Labiatae, *Glechoma*. The stems with four edges are slender,

摘要: 近年来, 林下种植地被植物以其明显的生态和农林业经济效益被广泛推广。科学的林下套种实践中, 植于下层的草本植物应具有一定的耐荫能力。本文以欧活血丹为研究对象, 从光能利用特性以及在不同光照条件下的生长速度和生长状况等方面对其耐荫能力进行了研究, 结果表明: 欧活血丹具有较低的光补偿点, 较高的光饱和点、最大表观量子效率和最大净光合速率, 说明其对有效光能辐射的利用范围较宽, 耐阴性强; 在光线较强的情况下, 欧活血丹生长速度较快, 茎较长, 节间较短, 生根情况、分枝情况、均要好于光线较弱处的欧活血丹, 但欧活血丹在光线很弱的情况下也能正常生长, 且杂草不易侵入, 长势良好。既可用于全光的环境, 也可作为耐荫地被植物, 用于林下套种生产实践中。

关键词: 欧活血丹; 林下套种; 地被植物; 耐荫能力; 农林业推广

引言

随着生态循环农林业的发展, 林下地被植物的种植越来越受到社会各界的重视。林下套种适宜的地被植物, 具有明显的生态和农林业经济效益 [13]: 其一, 林下地被植物以其茂密的枝叶覆盖于地表, 使黄土不见天, 可以减少二次扬尘, 有效的防止水土流失。同时也可以在很大程度上避免杂草滋生, 减少农药、除草剂和人工的使用, 满足“低碳”的要求; 其二, 林下种植地被植物, 能够显著增加绿量, 增强植物对环境的改善效果; 第三, 林下种植地被植物, 可以增加物种多样性, 使林地生态系统更加稳定。而林下种植地被植物成功的关键, 在于所选择的地被植物的耐荫能力。因而, 对于地被植物的耐阴性研究, 近年来成为国内外学者的研究热点, 目前学界对耐阴性地被植物的研究多限于不同种之间的耐阴性比较[1,5,9,11,12,15,16], 而对于某一种耐阴植物的深入研究开展较少。

欧活血丹 (*Glechoma hederacea* L.), 是唇形科, 欧

branching. The kidney shaped or heart shaped leaves with long petiole and serrated edges are opposite. Two or six flowers are whorled in the leaf axils, and the corolla is bilabiate and lavender. Flowering occurs from May to June, and 4 small nuts are spherical [2]. *G. hederacea* is a good ornamental plant, during the flowering season, blue-purple flowers embellish among green leaves, it looks very elegant and lovely, and after the flowering season, the stolon and leaves covers the ground and can be used as the background of woodland. As a kind of wild groundcover plants, there are still shortage in depth and extent as to the exploration on *G. hederacea*. At present, studies on *G. hederacea* are rare, and the studies abroad that have been conducted mainly focused on its certain biological characteristics, such as its clonal growth and the biomass allocation strategy and so on [4,6]. In addition to anatomical studies and karyotype analyses in China [3,7], Zhang Y N, et al. [17] were compared the shade-tolerance abilities of 5 groundcover plants, including *G. hederacea*, but further researches on its shade-tolerance are lacking in details. Moreover, in the past, researchers have described the shade-tolerance ability of groundcover plants as shadow tolerance, semi-shadow tolerance, and side shading-requiring, shade-requiring and other emotional description. In planting, the design relies mainly on the plant cultivation experience and a thorough knowledge on its ornamental characteristics. Because there is a lack of theoretical guidance and scientific investigations, many problems are often encountered in practice. From the perspective of light-utilization features of *G. hederacea* and its growth under different light conditions, specified theoretical and experimental analysis were conducted in this paper regarding the shade-tolerance ability of *Glechoma hederacea*, in order to provide reliable data and technical support for forest intercropping and to promote the development of ecological recycling agroforestry.

MATERIALS AND METHOD

Study area

This research was conducted mainly in the Flower Nursery of Flower Research Institute and the campus of Northeast Forestry University. The natural conditions of Harbin in China are as follows. Harbin city is located in the southwest region of Heilongjiang province at latitude 45° 41' and longitude 126° 37'. It is 171.7 m above sea level with annual average temperature 3.6 °C and the annual range of air temperature is 41.6 °C. The annual average water pressure is 7.8 hpa and the annual average relative humidity is 37%, with average annual volume of water 462.9 mm. The annual average sunshine time is 2,745.7 hours with annual mean ground temperature is 5.3 °C. The annual frost-free period is 136 days [14]. The soil properties of the Institute of Flower Nursery were shown in Table 1.

活血丹属的多年生草本，茎细长、四棱，有分枝。叶对生，具长柄，肾形或心脏形，边缘有锯齿。花 2-6 朵轮生叶腋间，唇形，淡紫色。花期 5-6 月，小坚果四个，球形 [2]。欧活血丹观赏性强，花开期间，蓝紫色小花点缀其间，十分淡雅可爱，花后匍匐茎叶覆盖地面，可以做林地的背景。作为一种野生地被植物资源，其研究的深度和开发利用的广度还远远不够。目前，有关欧活血丹的研究资料很少，国外对欧活血丹的研究主要集中在研究它的克隆生长及生物量分配策略等方面 [4,6]，国内除了对其的解剖学研究和核型分析之外 [3, 7]，张燕妮等人曾对包括欧活血丹在内的 5 种地被植物的耐阴能力进行过分析比较 [17]，但对欧活血丹的耐阴性的深入研究还未见详细报道。而且，以往前辈们多凭经验，以“耐阴、耐半阴、喜侧方遮荫、喜荫”等感性词汇描述植物的耐阴性，在进行绿地种植时，主要依靠对植物栽培经验的积累和观赏特性的掌握进行设计，缺乏理论指导，不具备科学性，在实践中经常会遇到各种各样的问题，难以达到最初的应用目的。本文从欧活血丹对光能的利用特性以及在不同光照条件下的生长状况等方面，对其耐阴能力进行了具体的理论和实验分析，以期相关研究结论能够为林下套种欧活血丹的科学推广、生态循环农林业的发展提供可靠的数据依据与技术支持。

材料与方法

试验地概况

本研究主要是在东北林业大学校园及花卉研究所圃地完成的。中国哈尔滨市的自然状况如下：哈尔滨市位于中国黑龙江省西南部，地处北纬 45°41'，东经 126°37'，海拔 171.7m。年平均气温 3.6°C，年较差 41.6°C，年平均水气压 7.8 hpa，年平均相对湿度 37%，年平均降水量 462.9mm。年平均日照数 2745.7h，年平均地面温度 5.3°C。全年无霜期 136 天 [14]。花卉研究所圃地的土壤性质如表 1。

Table 1

Soil features at the Northeast Forestry University Flower Research Institute [15]

Depth of soil	Organic matter (%)	Ash (%)	Hygroscopic water (%)	Density (g/cm ³)	Total porosity (%)
0-5 cm	6.07	93.93	1.98	0.78	70.53
5-10 cm	5.43	94.57	1.50	0.74	72.23
10-15 cm	5.10	94.90	2.48	0.82	69.13

The determination of the characteristics of light energy utilization

The photosynthetic rate was measured by the COR6400 portable photosynthesis system (LI-COR, Inc.,

光能利用特性的测定

光合速率利用 LI-COR 公司的 LI-COR6400 便携式光合

Lincoln, NB, USA). The plant material was from the Flower Institute of Northeast Forestry University. The experiment was started at 9 A.M. on a sunny day, some healthy leaves were chosen and three times were repeated per team, lastly using LED artificial light of the photosynthesis measurement system made the effective radiation ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) increasing from 0 to 1,500, in order to determine the light-photosynthesis curve of *G. hederacea* (Figure 1), and then calculated the light compensation point, light saturation point, the maximum apparent quantum efficiency and the maximum net light and rate.

The calculation method is as follow: The light compensation point was determined from the logarithmic curve fitting of the light-photosynthesis curve light; Wang Y's method[10] was used to determine the light saturation point of plant, namely, when the changes of the net photosynthetic efficiency produced by the changes of each unit light intensity with $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ were less than $0.004 \mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, the light intensity was the light saturation point of plant, and the net photosynthetic rate at this time was the maximum net photosynthetic rate; The apparent quantum efficiency is the slope of the light-photosynthetic rate curve, namely the ratio of the photosynthetic rate and the photosynthetic active radiation(PAR). The initial curve slope of the light-photosynthetic curve is the ratio of the photosynthetic rate and the photosynthetically active radiation in the lower range of photosynthetically active radiation ($0-200 \mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$) when the light quantum has no redundancy. Thus, the apparent quantum efficiency at this time was the maximum quantum efficiency [10].

Statistically significant differences were examined with SPSS 10.0 statistical analysis software (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Microsoft Excel 2003 software (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) was used to data reduction and plotting.

作用系统测定，植物材料为东北林业大学花卉研究所圃地自然生长的欧活血丹植株。选择晴好天气，于上午 9 时开始测定，挑选健康叶片，每组重复 3 次，利用光合作用测定系统的 LED 人工光源使光和有效辐射 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) 从 0 逐渐增加到 1500，测定欧活血丹的光-光合作用曲线（图 1），并计算出光补偿点、光饱和点、表观最大量子效率和最大净光和速率。

计算方法如下：以对数曲线拟和植物光—光合作用曲线，求得光补偿点；采用王雁[16]对植物光饱和点的测定方法，即单位 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的光强变化所产生的净光合效率的变化小于 $0.004 \mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时的光强为植物的光饱和点，光饱和点时的净光合速率即为最大净光合速率；表观量子效率为光-光合速率曲线的斜率，即光合速率与光合有效辐射的比值，光-光和速率曲线的初始斜率是在较低的光合有效辐射 ($0-200 \mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$) 下光合速率与光合有效辐射的比值，这时光量子没有冗余，所以此时的表观量子效率也就是表观最大量子效率 [10]。

数据差异显著分析采用 SPSS 10.0 统计分析软件，数据的整理及绘图采用 Microsoft Excel 2003 软件完成。

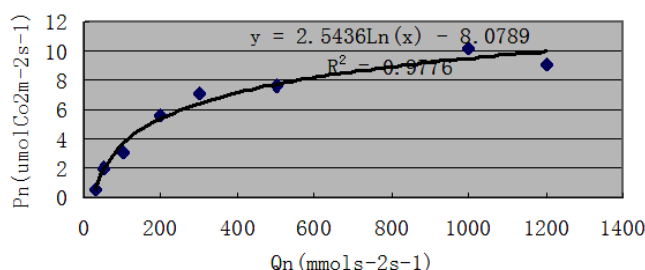


Fig. 1 - The light intensity-photosynthetic diagram of *Glechoma hederacea*

Survey Method of the Growth Rate under Different Light Conditions

1) Investigation of the growth rates in different habitats

Thirty *G. hederacea* plants were planted in two environment types with full light and understory. The planting spacing is $70\text{cm} \times 70\text{cm}$. There was a 100% survival rate after one week; the first measurement was started two weeks later including the main branch length, the number of branches and their length, and the number of roots. Measurements were made every week for a total of eight weeks.

2) Survey of the coverage rate under different light intensities

Three kinds of shade net were created with black mesh, and the light transmittance of each treatment was measured with an illuminance meter (ST-85) on a sunny day. The three shade types were an all-optical control CK (light transmittance, 100%), T1 (light transmittance, 75%), and T2 (light transmittance, 10.42%). *G. hederacea* plants were

不同光照条件下欧活血丹的生长速度调查方法

1) 不同生境下的生长速度调查

于全光和林下两种生境下栽植欧活血丹各 30 株，株行距 $70 \times 70\text{cm}$ ，一周后成活率 100%，2 周后开始第一次测量，测量内容包括：主枝长度、分枝发生数量及其长度、生根数。以后每周测量 1 次，一共测量 8 次。

2) 不同光照强度下的盖度增长率调查

采用黑色遮荫网搭设遮荫棚，共设置了 3 种遮荫处理，于晴天条件下用 ST-85 型照度计测定各处理的透光率，分别为全光对照 CK (100%)，T1 (75%)，T2 (10.42%)。在已设置好的遮荫棚中分株栽植欧活血丹，株行距

planted in each pole with a spacing of 15 cm × 15 cm with a randomized block design. They were repeated 3 times, and the district area was 2 m². We began to measure the variation in the cover 2 weeks after survival and once every two weeks, and this ended when the coverage was 100%.

3) Investigation with Respect to the Growth Situation under Different Light Conditions

In the growing season, 30 plants were dug up at south of the forest edge and in the understory in the Institute of Flowers of Northeast Forestry University, being careful not to damage the roots, stems, leaves, stem length and internode length were measured. The number of leaves, buds, roots, and branches and the growth situation were observed and recorded. The growth conditions of *G. hederacea* under different environmental conditions were compared.

RESULTS ANALYSIS AND DISCUSSION

Characteristics of Light Energy Use

1) Light Compensation Point (LCP)

The value of light compensation point, which directly reflects the plant's ability to use weak light, is an important evaluation index of plant shade tolerance. The light compensation points of *G. hederacea* and other herbaceous groundcover plants were compared and shown in Table 2. As we can see that, *G. hederacea* had a lower light compensation point, suggesting that it can start the forward synthesis of organic matter under low light intensity and that it had a higher shade tolerance.

15*15cm, 随机区组设计, 3 次重复, 小区面积为 2 m²; 成活 2 周后开始进行测量其盖度变化, 每 2 周测量一次, 至盖度为 100%。

3) 欧活血丹在不同光照条件下生长状况调查

在欧活血丹的生长旺季, 分别在东北林业大学花卉研究所南侧林缘和林下挖取 30 株欧活血丹, 不损伤根、茎、叶, 测量其茎长、节间长度, 观察并记录叶、芽、根、分枝的数量和生长情况, 对不同环境条件下的欧活血丹的生长情况进行比较。

结果分析与讨论

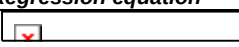
光能利用特性

1) 光补偿点

光补偿点的高低, 直接反映出植物对弱光的利用能力, 是植物耐阴性评价的重要指标。我们把欧活血丹的光补偿点与其他草本地被植物进行了比较, 结果见表 2。从中可以看出, 欧活血丹的光补偿点较低, 意味着它在较低的光强下就可以开始有机物质的合成, 说明此种植物具有较高的耐荫能力。

Table 2

Comparison of Light Compensation Point (LCP) of several groundcover plants

Species	LCP ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Regression equation	Correlation coefficient (R^2)
<i>Glechoma hederacea</i>	23.9		0.9776
<i>Hosta plantaginea</i> *	65	$y = 1.6418\text{Ln}(x) - 6.8506$	0.9720
<i>Trifolium repens</i> *	76	$y = 2.1003\text{Ln}(x) - 9.1083$	0.9479
<i>Liriope platyphylla</i> *	26	$y = 0.8229\text{Ln}(x) - 2.6749$	0.9683
<i>Hemerocallis middendorffii</i> *	17	$y = 0.7275\text{Ln}(x) - 2.0522$	0.9852
<i>Orychophragmus violaceus</i> *	53	$y = 2.37\text{Ln}(x) - 9.4082$	0.9531

Note: y is the photosynthetically active radiation ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); x is the photosynthetic rate ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

* Quoted from Wang Y's paper [16]

2) The light saturation point

The light saturation point is another important index that reflects the shade-tolerance ability of plants. Above the light compensation point, the photosynthetic rate increases linearly along with light intensity within a certain range. When added to a certain degree, the photosynthetic rate increases slowly along with light intensity. Finally, when it no longer increases, this point shows the light saturation phenomenon, and the light intensity at this point is called light saturation point [16]. As shown in Table 3, the light saturation point of *G. hederacea* was relatively higher, while the light compensation point was lower. This suggested that its use range of the effective light radiation was wide. In other words, it not only had a strong ability of shade tolerance, but it also had a certain light-requiring ability, showing a wide scope of strong light adaptation.

3) Maximum apparent quantum efficiency

The apparent quantum efficiency is the ratio of oxygen evolution rate of the leaf in a certain light or CO₂ assimilation rate and the photon flux density projected to the leaf surface, which reflects the light utilization efficiency of the plant under different illumination conditions. Table 3 showed that the maximum apparent

2) 光饱和点

光饱和点是除光补偿点外的又一个反映植物耐荫能力的重要指标。在光补偿点以上, 光合速率在一定范围内随光强呈线性增加, 当增加到一定程度, 随光强增加光合速率增加变慢, 最后不再增加, 表现出光饱和现象, 饱和时的光照强度称为光饱和点 [16]。通过计算比较 (表 3) 可以看出: 欧活血丹的光饱和点相对较高, 而光补偿点却较低, 说明其对有效光能辐射的利用范围较宽, 既具有较强的耐荫能力, 同时又具有一定的喜阳性, 表现出较宽的对光强的适应范围。

3) 表观量子效率

表观量子效率是叶片在某光照下的放氧速率或 CO₂ 同化速率与入射到叶表面的光子通量密度两者的比值, 它反映了植物在不同光照条件下对光能的利用效率。从表 3 中

quantum efficiency of *G. hederacea* was larger than those of the other species, and it had a high ability to absorb weak light.

4) Maximum net photosynthetic rate

The net photosynthetic rate at the light saturation point is the maximum net photosynthetic rate, which represents the plant's maximum capacity to assimilate carbon dioxide [8]. Compared to the maximum net photosynthetic rates of light-requiring plants shade-tolerant plants have lower rates regarding the photosynthesis curve. As can be seen in Table 3, of all the 6 kinds of plants, the net photosynthetic rate of *G. hederacea* was the second highest. These measurements illustrated that the effective use of light energy was stronger in *G. hederacea*.

我们可以看到，欧活血丹的表现量子效率较大，说明它具有较高的吸收弱光的能力。

4) 最大净光合速率

光饱和点时的净光合速率即为最大净光合速率，它表示植物同化二氧化碳的最大能力 [8]。耐荫植物的光合作用曲线，在最大净光合速率上，亦表现出较喜阳植物低。由表 3 可以看出，6 种植物中，欧活血丹的最大净光合速率较高。说明它的光能有效利用效率较高。

Table 3
The Light Saturation Point (LSP), Maximum Apparent Quantum Efficiency (MAQE), and Net Photosynthetic Rate of Several Species

Species	LSP ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	MAQE (ϕ)	Maximum net photosynthetic rate ($\mu\text{molCO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
<i>G. hederacea</i>	65	0.0353	8.40
<i>H. plantaginea</i> *	410	0.0172	4.5
<i>T. repens</i> *	530	0.0140	6.5
<i>L. platyphylla</i> *	210	0.0104	3.0
<i>H. middendorffii</i> *	290	0.0244	3.5
<i>O. violaceus</i> *	590	0.0172	8.5

Note: * Quoted from Wang Y's paper [10]

Investigation Analysis about Growth Rates of *G. hederacea* under Different Light Conditions

1) Comparison of growth rate under different light conditions

The growth curves under different light conditions in Figure 2 showed that it entered a rapid growth phase two weeks later after the transplant, during which the main branch extension length was up to 12.5 cm per week. The growth gradually slowed down after six weeks, but at that time, the branching growth increased (Figures 3 and 4). Thus, this period nearly reached its close canopy, which also was the peak growing season of *G. hederacea*. Seventeen weeks later, its growing trend gradually declined and meanwhile due to some man-made causes (serious stampede), and the main branch growth almost stagnated while the branches continued to grow. In early October, the growth period ended, and some leaves began to drop. In addition, compared to understory condition, the stretching length of stolon per week in the full sunlight was much longer.

欧活血丹在不同光照条件下生长速度调查分析

1) 不同光照条件下生长速度比较

从欧活血丹在不同光照条件下生长曲线（图 2）可以看出：欧活血丹在移植两周后即进入快速生长阶段，这期间主枝每周伸长长度最高可达 12.5cm，6 周后生长速度逐渐减慢，但此时分枝生长速度加快（图 3，图 4），因此这一时期基本达到郁闭，是欧活血丹的生长旺季。

17 周后欧活血丹长势逐渐衰退，加上一些人为原因（踩踏较多），主枝生长基本停滞，分枝仍在继续生长。10 月上旬，欧活血丹的生长期结束，部分开始落叶。另外，与林下生境中的相比，全光下的匍匐茎每周伸长长度始终高于林下生境。

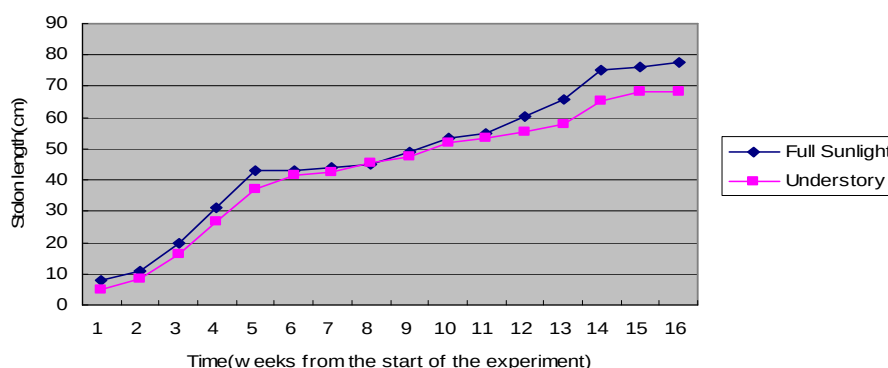
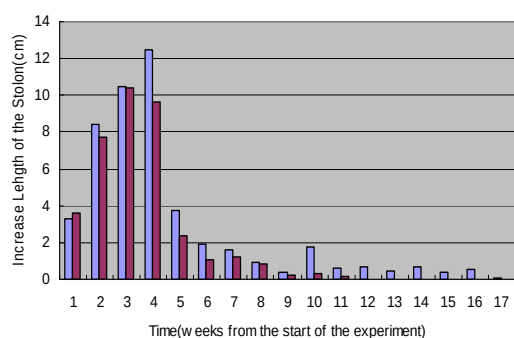
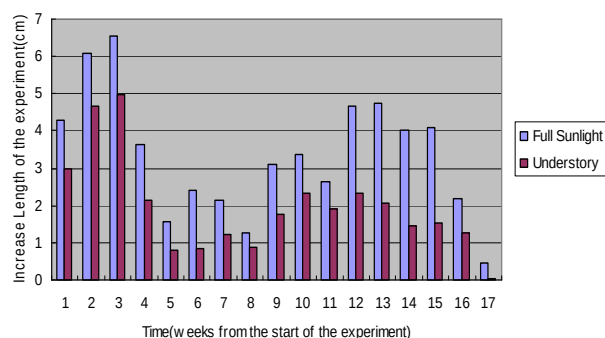


Fig. 2 - *G. hederacea* growth curves in different light-intensity conditions

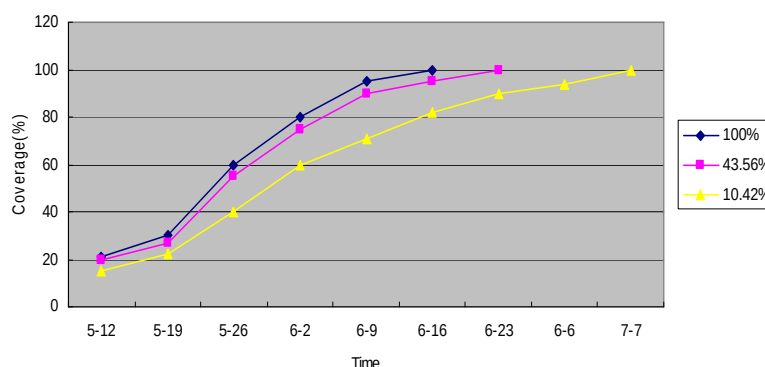
Fig. 3 - Main stolon increases of *G. hederacea* in different light conditionsFig. 4 - Branching increases of *G. hederacea* in different light conditions

2) Increase rate of coverage in different light conditions

As can be seen from the increase curve of coverage under different light conditions in Figure 5, *G. hederacea* grew more quickly under full light, and its coverage reached 100% about 45 days later with a planting spacing of 15cm × 15 cm, while it needed two months with respect to condition that the relative light intensity was 43.56%, for the relative light intensity was 10.42%, and the required time was much longer.

2) 不同光照条件下盖度增长速度

从欧活血丹在不同光照条件下盖度增长曲线图 (图 5) 可以看出, 欧活血丹在全光下生长较为迅速, 在株行距为 15*15cm 的情况下, 45 天左右盖度可达 100%, 而在相对光强为 43.56% 的情况下, 需要 2 个月, 在相对光强为 10.42% 时, 所需时间则更长。

Fig. 5 - Coverage increase curves of *G. hederacea* in different light conditions

3) Growth Situation of *G. hederacea* under Different Light Conditions

As can be seen in Table 4, in stronger light condition, the stem of *G. hederacea* was longer, the internode was shorter, and the conditions for rooting and bifurcation were better than those in weaker light condition. The biomass of *G. hederacea* growing in the stronger light was higher than those in the weaker light. This suggested that *G. hederacea* was not a shadow-requiring plant, as it not only can grow better in the stronger light, but also grow normally in weaker light, these characteristics reflecting its better shade- tolerance ability.

3) 欧活血丹在不同光照条件下生长状况

从表 4 中可以看出: 在光线较强的情况下, 欧活血丹茎较长, 节间较短, 生根情况、分枝情况、均要好于光线较弱处的欧活血丹。从生物量上看, 光线较强处生长的欧活血丹各部分的生物量也要比光线弱处的欧活血丹高。说明欧活血丹并非是喜荫植物, 在光线较强的情况下长势较好, 但在光线较差的地段也能正常生长, 反映出欧活血丹较好的耐荫性能。

Table 4

Tiller and Branch of *G. hederacea*

Item	Total Length(cm)	Node Number (no.)	Internode Length(cm)	Rooting Ratio (%)	Bifurcation Ratio(%)
main branch ¹	146.2	23.6	6.19	58	21.6
main branch ²	130.3	19.2	6.28	42	15.8
lateral branch ¹	326.6	52.7	5.19	76	6
lateral branch ²	122.5	21.1	4.93	67	5.7

Note: ¹ represents for the forest edge, ² represents for underforest

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1) The experimental results with respect to the light utilization characteristics of *G. hederacea* showed that,

结论与建议

1) 对欧活血丹的光能利用特性实验结果表明: 欧活血

G. hederacea had a lower light compensation point while the light saturation point, maximum apparent quantum efficiency, and the maximum net photosynthetic rate were much higher, which reflected its wider use range of active light radiation. Owing to it can grow well in full light condition or be planted in forests and so on, thus it can be prompted as shade-tolerance groundcover plants. Meanwhile, it can be planted under the deciduous trees during the compound planting pattern, which can significantly improve the efficiency of land use and agroforestry economic benefits.

2) The comparisons of the growth rates under different light conditions showed that *G. hederacea* had strong vitality, and it can grow in any lighting condition. In the case of stronger light, it grew faster. In the appropriate shade (43.56%), it grew well. When the planting spacing was 15 cm × 15 cm, the coverage reached 100% about 45 days later. It can be planted in stronger light conditions or be promoted as the understory groundcover plants.

3) From the perspective of growth situations of *G. hederacea* under different growing environments in the case of stronger light, the stem of *G. hederacea* was longer, the internode was shorter, and the conditions of rooting and bifurcation were better than those in weaker light. In addition, we observed that whether under the forest or in other types of shade, *G. hederacea* grew well with the dark green leaves, and the weed invasion was difficult, so the attractiveness of this plant was higher. This further illustrated the stronger adaptability of *G. hederacea* to light. Thus, it was suitable to be planted as groundcover plants in open forest or intercropped with "Tree+Grass" pattern.

4) This experiment was completed in Harbin which is located at the high altitude areas in China, where the climate conditions are worse, few plant species can be used, and species of understory groundcover plants are rarer. During the experiments, we found that *G. hederacea* peeped through the soil and turned green in early April, and until late October, the leaves and stems wilted. Thus, its green period is long with highly ornamental value, meanwhile owing to it can adapt to the climate of high and cold areas, it can be promoted in high and cold areas of North China.

5) With the understory planting of *G. hederacea*, we can improve the green quantity of agroforestry ecological environment, meanwhile covering the bare land and making the woodlands more beautiful and more attractive for people. The stolon of *G. hederacea* will root when it meets soil with stronger covering capacity, it can reduce weed invasion and prevent the loss of water and nutrients, and also its leaves have a volatile oil that can repel mosquitoes, effectively reducing the frequency of pests and diseases. Thus, it is a good groundcover plant that is suitable for widely promotion. However, due to limited research time and conditions, this study only analyzed the light utilization characteristics and growth of *G. hederacea* in different light conditions, it failed to analyze the relevant physiological mechanisms of shade-tolerance. In addition, in order to conduct scientific understory intercropping, we also need to master the relevant knowledge about the features of the soil fertilization and water that the plant needs the root distribution characteristics and so on. A follow-up study will therefore be started with an in-depth analysis considering the mixed planting of multiple understory plants and their interactions in order to provide technical support for scientifically conducting the understory intercropping and the development of ecological recycling agroforestry.

ACKNOWLEDGEMENT

This article was originally part of the author's Master's thesis (Study of the cover plants *G. hederacea* and *Viola yeodensis*). The authors greatly appreciated the scholars from College of Landscape Architecture

丹具有较低的光补偿点, 但光饱和点、最大表观量子效率和最大净光合速率却较高, 说明其对有效光能辐射的利用范围较宽。既可在全光下生长, 也可栽植于林下等荫处, 可作为耐阴地被植物进行推广。同时, 在复合式种植生产中, 也可栽于落叶类林木之下, 可以显著提高土地利用效率和农林业经济效益。

2) 不同光照条件下的生长速度对比实验结果也表明: 欧活血丹具有很强的生命力, 在任何光照条件下都能生长。在光线较强的情况下生长速度较快, 在适当遮阴 (43.56%) 的情况下长势良好, 15*15cm 株行距时 45 天左右盖度可达 100%。既可用于光线较强的环境, 也可作为林下地被植物进行推广。

3) 从欧活血丹在不同生长环境下的生长情况来看, 在光线较强的情况下, 欧活血丹茎较长, 节间较短, 生根情况、分枝情况、均要好于光线较弱处的欧活血丹。但从实际观察中我们也看到: 在林下或底荫处生长的欧活血丹, 叶色深绿, 杂草不易侵入, 观赏价值很高。这进一步说明欧活血丹对光照的适应能力很强, 既可在全光下生长, 在一定荫蔽的情况下也能生长良好, 适于在疏林下做地被植物或进行林草间植。

4) 本实验是在处于高纬度地区的中国哈尔滨市完成的, 当地气候条件较差, 可以应用的植物种类不多, 能够用于林下做地被植物的种类更是少之又少。实验中我们发现, 欧活血丹从 4 月初即可出土返青, 一直到 10 月下旬茎叶才会枯黄, 绿色期长, 观赏性好, 能够适应高寒地区的气候, 可在中国北部高寒地区推广应用。

5) 林下种植欧活血丹, 可以增加生态环境的绿量, 更好的改善农林业生态环境, 同时, 遮盖了光秃秃的土地, 使林地更加美观, 增加了可游性。欧活血丹的匍匐茎遇土生根, 覆盖力强, 可以减少杂草的侵入, 避免了水分和养分的流失, 其叶片具有挥发油, 可以驱赶蚊虫, 有效的降低病虫害的发生频率, 是一种不可多得的地被植物, 适合广泛推广。但是因为研究时间及条件有限, 本文仅对欧活血丹的光能利用特性和在不同光照条件的生长情况进行了分析, 对其相应的耐阴生理机制未做深入研究。此外, 若要进行科学的林下套种, 还需要掌握植物对土肥水的需求特性以及根系分布特点, 后续研究将对此展开深入分析。并考虑多种林下植物的混植及其交互作用, 进而为科学的进行林下套种提供技术支撑, 为生态循环农林业的发展提供参考依据。

致谢

本文是对作者硕士论文《地被植物连钱草和紫花地丁的

and Institute of Forest Resources and the Environment in Northeast Forestry University which provided help and guidance during the research. Funding was specially supported from both the Suzhou Key Laboratory of Architecture and Urban Environment and the Jiangsu Provincial Department of Education project (10KJD210002).

REFERENCES

- [1]. Bai W.L., Ren J.W., Su X.H. (1999) - Comparative study on shade - tolerance of eight garden plants, Journal of Beijing Forestry University, vol. 21, no. 3, pg. 46-52;
- [2]. Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences. (1987) - Map of Chinese higher plants, Beijing: Science Press, vol. 3;
- [3]. Li J., Yan P., Ma M. (2006) - An anatomical study on the vegetative organs of *Glechoma hederacea* L., Journal of Shihezi University (Natural science edition), vol. 24, no. 1, pp. 116-119;
- [4]. Roiloa S.R., Hutchings M.J. (2013) - The effects of physiological integration on biomass partitioning in plant modules: an experimental study with the stoloniferous herb *Glechoma hederacea*. Plant Ecology, vol.214, no.4, pg. 521-530;
- [5]. Shozo Hiroki, Kazuo Ichino (1998) - Comparison of growth habits under various light conditions between two climax species, *Castanopsis sieboldii* and *Castanopsis cuspidata*, with special reference to their shade tolerance, Ecological Research. vol.13, no. 1, pg.65-72;
- [6]. Stuefer J.F., Hutchings M.J. (1994) - Environmental heterogeneity and clonal growth: a study of the capacity for reciprocal translocation in *Glechoma hederacea* L., Oecologia, vol.100, no.3, pg.302-308;
- [7]. Tao J., Wei L.J., Wang G.P. et al. (2005) - Karyotype analysis on *Glechoma hederacea* [J], Journal of Shihezi University (Natural science edition), vol.23, no.3, pp.326-327;
- [8]. Wang S.S., Gao R.F., Wu G.M. (1991) - Plant physiology (the second edition), Beijing: China Forestry Publishing House.
- [9]. Wang Y. (2005) - Comparative studies on light utilization characteristics and shade tolerance of 14 ground cover plants, Journal of Zhejiang Forestry College, vol. 22, no. 1, pg. 6-11;
- [10]. Wang Y. (1996) - Studies on shade tolerance and application of some plant species used in Beijing, PhD. Thesis, China, Beijing, Beijing Forestry University;
- [11]. Wei X.M., Lv Z.Y., Zhao S.Y. et al. (2013) - Study on water requirements and different water and fertilizer combinations on yield of strip intercropping, Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition), vol. 34, no.3, pg. 130-134;
- [12]. Wu S.P., Wang J.J., Yu Z.X. (1994) - Study on the shade tolerance ability of 11 cover plants, Journal of Wuhan Botanical Research, vol. 12, no. 4, pg. 360-364;
- [13]. Xu H.G., Wu Y.H., Liao W.B. et al. (2012) - Study on Ecological Benefits of 9 Species of Ground Cover Plants, Journal of Gansu Forestry Science and Technology, vol. 37, no. 1, pg. 18-21;
- [14]. Yang L.P. (2002) - Study on the reproductive ecology of *Lilium pumilum*. PhD. thesis, China, Harbin, Northeast Forestry University;
- [15]. Zhang J.M., Liu L.Y., Li Ch.L. (2009) - Study of the shade resistance ability of eight kinds of shade ground cover plants, Chinese Landscape Architecture, vol. 25, no. 6, pg. 100-103;
- [16]. Zhang J.Z., Shi L., Shi A.P. et al. (2004) - Photosynthetic responses of four *Hosta* cultivars to shade treatments, Photosynthetica, vol. 42, no. 2, pg. 213-218;
- [17]. Zhang Y.N., Lin X.R. (2012) - Comparative study on shade - tolerance of five cover plants, Jiangsu Agricultural Sciences, vol. 40, no. 9, pg. 172-174;

研究》的进一步拓展，论文研究期间得到了东北林业大学园林学院和资源与环境学院的诸位老师的热忱帮助和指导，同时得到了苏州市建筑与城市环境重点实验室及江苏省教育厅项目（10KJD210002）的资助，特此致谢。

参考文献

- [1]. 白伟岚, 任建武, 苏雪痕. (1999) - 八种植物耐阴性比较研究. 北京林业大学学报, 第 21 卷, 第 3 期, 46-52;
- [2]. 中国科学院植物所. (1987) - 中国高等植物图鉴. 北京: 科学出版社, 第 3 册;
- [3]. 李静, 阎平, 马淼. (2006) - 欧活血丹 (*Glechoma hederacea* L.) 营养器官解剖学研究. 石河子大学学报 (自然科学版), 第 24 卷, 第 1 期, 116-119;
- [4]. Roiloa S.R., Hutchings M.J. (2013) - 植物生物量分配模块的生理整合作用: 对有匍匐茎的欧亚活血丹的实验研究. 植物生态, 第 214 卷, 第 4 期, 521-530;
- [5]. Shozo Hiroki, Kazuo Ichino (1998) - 对两种顶级物种西氏槭和日本米槭在不同光照条件下的生长习性——特别是耐阴性的比较. 生态研究, 第 13 卷, 第 1 期, 65-72;
- [6]. Stuefer J.F., Hutchings M.J. (1994) - 环境异质性和克隆生长: 对欧亚活血丹相互易位能力的研究. 环境科学, 第 100 卷, 第 3 期, 302-308;
- [7]. 陶锦, 魏凌基, 王果平, 等. (2005) - 欧活血丹 (*Glechoma hederacea*) 染色体核型分析. 石河子大学学报 (自然科学版), 第 23 卷, 第 3 期, 326-327;
- [8]. 王沙生, 高荣孚, 吴贯明. (1991) - 植物生理学 (第二版). 北京: 中国林业出版社.
- [9]. 王雁. (2005) - 14 种地被植物光能利用特性及耐阴性比较. 浙江林学院学报. 第 22 卷, 第 1 期, 6-11;
- [10]. 王雁. (1996) - 北京市主要园林植物耐阴性及其应用的研究. 北京林业大学博士学位论文, 中国, 北京;
- [11]. 魏学敏, 吕志远, 赵淑银, 等. (2013) - 立体种植作物需水量和不同水肥处理对产量影响的试验研究. 内蒙古农业大学学报 (自然科学版), 第 34 卷, 第 3 期, 130-134;
- [12]. 伍世平, 王君健, 于志熙. (1994) - 11 种地被植物的耐荫性研究. 武汉植物学研究, 第 12 卷, 第 4 期, 360-364;
- [13]. 许宏刚, 吴永华, 廖伟彪, 等. (2012) - 9 种地被植物生态效益研究. 甘肃林业科技. 第 37 卷, 第 1 期, 18-21;
- [14]. 杨利平. (2002) - 细叶百合的生殖生态学研究. 东北林业大学博士学位论文, 中国, 哈尔滨;
- [15]. 张军民, 刘兰英, 李春玲. (2009) - 8 种阴生地被植物的耐阴性研究. 中国园林, 第 25 卷, 第 6 期, 100-103;
- [16]. Zhang J.Z., Shi L., Shi A.P. et al. (2004) - 四个玉簪品种对遮阴处理的光合反应. 光合作用, 第 42 卷, 第 2 期, 213-218;
- [17]. 张彦妮, 林晓锐. (2012) - 5 种地被植物耐阴性比较. 江苏农业科学, 第 40 卷, 第 9 期, 172-174;

DESIGN OF AQUACULTURE SYSTEM BASED ON WIRELESS MONITORING AND ITS TESTING

无线监控水产养殖系统设计与试验

Prof. Ph.D. Lijia Xu¹⁾, Prof. Zhiliang Kang¹⁾, Stud. Danni Bao¹⁾, Stud. Yu Feng¹⁾, Prof. Ph.D. K. Jorshin²⁾

¹⁾ College of Information and Engineering Technology, Sichuan Agriculture University, Ya'an / China; ²⁾ Dept. of Agricultural Engineering, New South Tese Corporation of Technology, Auckland / New Zealand
Tel: 0835-2882035; E-mail: lijiaxu13@163.com

Abstract: Aiming at the Chinese aquaculture's status quo that the automation degree is low and the management is backward, this paper designed a set of wireless aquaculture monitoring system that can not only monitor the pond's parameters of temperature, level, dissolved oxygen and pH value etc. in real time, but also monitor the fish condition through wireless camera in real time. This system consists of three parts of information acquisition module, control module and wireless communication module. The testing result shows that the independently designed feeding device can realize automatic feeding with the feeding area up to 24m². This system can realize 24h monitoring of fish growth condition through image capture, accurate detection of residual amount of feed and wireless control of water temperature, level, water quality and feeding device and monitoring distance is up to 1000m. This system avoids low efficiency of artificial culture and untimely control to water quality and fish diseases and it has features of easy operation, accurate control and high economic benefit, so its applicability is wide.

Keywords: Aquaculture system, Wireless monitoring, feeding machine, STC89C52

INTRODUCTION

China is a giant of agriculture. As an important sector of China's agriculture, fishery is faced with challenges from resource, environment, market and technology[11,12]. These all restrict development of fishery. At present, China's aquaculture management is primarily guided by aquaculture experience, which hardly guarantees output and safety. Factory aquaculture and cage culture play the main part in China's existing aquaculture [2,5,15]. On the whole, China's aquaculture features diverse culture, unreasonable structure, outdated facility, low-level intelligence and culture safety needing improvement[6-8].

In China's "factory aquaculture", there are only basic facilities (e.g. filter, heating, water running, aerator) and outdated water treatment technology. With expansion of aquaculture scale, culture technology is being gradually improved while environmental pollution gets more severe[10,16]. At present, most domestic aquatic farms depend on experience, and adopt low monitoring technology. For large area, many monitoring points and complicated wiring have to be provided. Wireless sensor network technology is being introduced to some aquaculture monitoring systems, and partly solves the problem above [7]. Automatic monitoring of water level,

摘要: 针对目前中国水产养殖自动化程度低、水产管理落后的情况, 本文设计了一套无线监控水产养殖系统, 该系统由信息采集模块、控制模块、无线通信模块3个部分组成, 不仅能实现对养殖池的温度、水位、溶氧量 and PH 值等参数的实时监控, 而且通过无线摄像头能实时监控鱼情。测试结果表明, 投饵机的最大抛料面积可达24m², 本系统能准确检测饵料余量, 实现水质、水位和投饵机的无线控制, 其监控距离可达1000m。与人工养殖相比, 本系统减少30%的饵料浪费, 鱼的总产量是人工养殖的1.5倍。研究结果可为广大的水产养殖户提供操作简便、控制准确的智能养殖模式。

关键词: 水产养殖; 无线监控; 投饵机; STC89C52

引言

中国是农业生产大国, 渔业是中国农业中的重要产业之一, 但也面临着资源、环境、市场、科技等各方面的挑战[11,12]。这些因素均不同程度地制约着渔业的发展。目前中国的水产养殖管理主要是以养殖经验为指导, 在产量和安全性方面上难以得到保障。中国现在水产养殖方式主要集中在两大领域, 即工厂化养殖和网箱养殖[2,5,15]。中国水产养殖整体体现如下特点: 养殖分散经营, 结构不合理; 养殖设施落后, 智能化程度低; 养殖安全有待提高[6-8]。

中国的“工厂化养鱼”设施, 大多只有过滤、加温、流水和增氧设备等基本设施, 水处理技术落后。随着中国水产养殖规模不断扩大, 养殖的技术也在逐渐提高, 对环境的污染也更严重[10,16]。目前, 国内多数水产养殖场是依靠人工经验养殖, 养殖监控技术还很低, 当养殖面积较大时, 监测点较多、布线复杂。目前, 一些养殖监控系统开始引入无线传感器网络技术, 并且一定程度上解决了上述问题[7]。目前已有的水产养殖监测系统, 实现水位、温度、

temperature, pH and dissolved oxygen (DO) in existing aquaculture monitoring system [4,6,13,14] is of important significance for scientific aquaculture. However, such monitoring needs high cost, and its intelligence and scientific management are imperfect.

MATERIAL AND METHOD

The system designed in the paper is made up of information acquisition module (comprised of water level measurement, pH measurement, water temperature measurement, DO measurement and wireless camera), control module (comprised of water level control, aerator control, bait thrower control and upper computer) and wireless communication module (comprised of APC220, USB receiver and relay base station). General structure of the system is shown in Figure 1.

pH、溶解氧的自动化监测，对养殖户科学养殖具有重要意义 [4,6,13,14]，但成本较高，智能化程度和科学化管理都有待提高。

研究方法与材料

本文设计的无线监控水产养殖系统主要由信息采集模块（包括水位检测、PH 值检测、水温检测、溶氧量检测以及无线摄像头）、控制模块（包括水位控制、增氧机控制、投饵机控制以及上位机）和无线通信模块（由 APC220、USB 接收机和中转基站构成）组成。本系统的总体结构如图 1 所示。

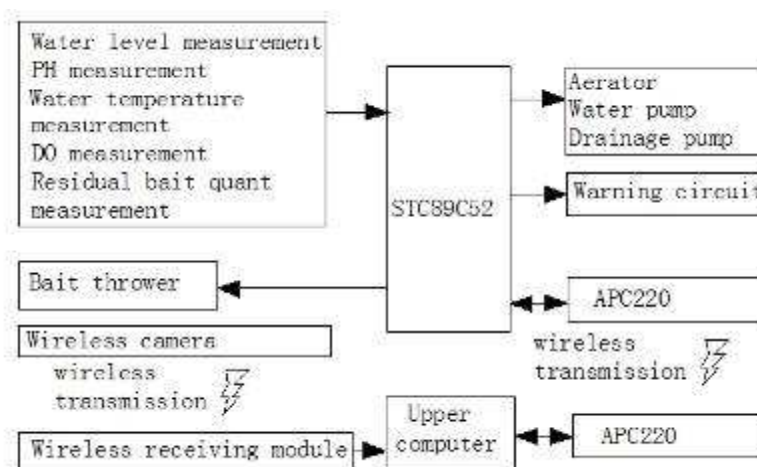


Fig. 1 - Overall structure of system

Working principle of the system: (1) Information acquisition module collects water quality parameters and image information of fishpond. All information about water level, pH, water temperature, DO and residual bait quant. are sent to upper computer via APC220, while image information is sent to upper computer via USB receiver; (2) Upper computer analyzes and processes collected data (temperature compensation, error correction, etc.). Health of fish can be automatically determined based on image processing, result of which is displayed on HMI. If a parameter doesn't fall in established range, alarm will be given via pre-warning module; (3) Upper computer sends control information to STC89C52 (SCM) via APC220, and controls water level, aerator and bait thrower with the SCM.

Hardware structure of bait thrower

Bait thrower designed in the paper is made up of charging device, bait valve, throwing device, delivery pipe, control unit, power configuration room and other equipment room. For its structure, see Figure 2.

In Figure 2, STC89C52 acts as the core processor of control unit, and sends information to upper computer via APC220. Residual bait measurement sensor is built in charging device. Bait valve is used as the leakage switch. Baits are sent to throwing device through bait valve and

本系统的工作原理描述如下：（1）信息采集模块对养殖池的水质参数以及图像信息进行实时采集，水位、pH 值、水温、溶氧量以及余料量均通过 APC220 发送给上位机，图像信息通过 USB 接收机发送上位机；（2）上位机对采集数据进行分析处理（如温度补偿、误差校正等），通过图像处理可自动判断鱼池中鱼的健康状况，并将处理的结果在人机界面显示，若参数值不在设定范围内则通过预警模块报警；（3）上位机同时将控制信息通过 APC220 发送到单片机 STC89C52，并利用 STC89C52 来控制养殖池的水位、增氧机和投饵机。

投饵机的硬件结构

投饵机包括装料装置，饵料阀门，抛料装置，输料管，控制单元，电源配置室和其它设备室。投饵机的结构如图 2 所示。

在图 2 中，控制单元以单片机 STC89C52 为核心处理器，经 APC220 实现与上位机之间的信息传送。装料装置内置余料检测传感器，饵料阀门用作漏料开关，饵料经饵

delivery pipe. Opening and closing of bait valve are controlled by valve motor M1. Bait valve can be opened/closed by 1s anticlockwise/clockwise rotation of the motor. Model of M1 is LT37GB90 with reduction ratio of 1:90, rated voltage of 12V, load speed of 40r/min, load current of 450mA and torque of 0.343N.m. Its driving circuit is L298N dual H-bridge type.

料阀门通过输料管输送到抛料装置被抛撒出去。饵料阀门由阀门电机 M1 控制开闭，阀门电机 M1 逆时针转动 1s 停止，饵料阀门打开；反之，则饵料阀门关闭。M1 采用的是 LT37GB90，减速比为 1:90，额定电压 12V，负载转速 40r/min，负载电流为 450mA，扭矩为 0.343N.m，此电机的驱动电路采用 L298N 双 H 桥驱动电路

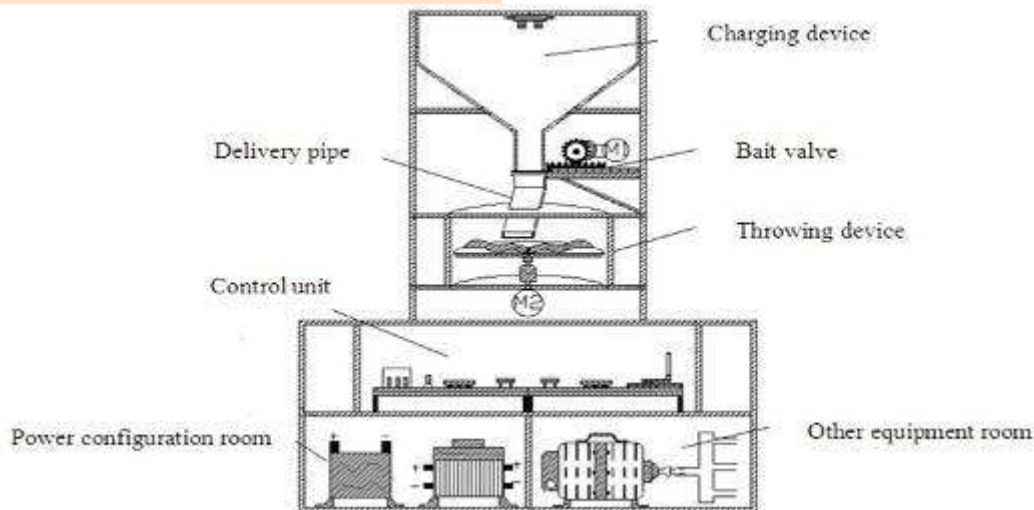


Fig. 2 - Structure sketch of feeding machine

The distance of throwing device is controlled by throwing motor M2. Model of M2 is R775 with rated voltage of 12V, load speed of 3500r/min and load current of 3A. Its driving circuit is also L298N dual H-bridge type. Throwing port of throwing device is shown in Figure 3. Considering small part of bait can be leaked to the chassis of throwing bin from the gap between throwing disc and cylindrical throwing bin, the chassis is inclined backwards and at 45 degree angle, thus the baits leaked to the chassis can slip into the fish pond through throwing port. Voltages of 5V, 12V, 24V and 220V are available in power configuration room, which supports control center and bait thrower. Other equipment room has aerator, waterproof device and sun protection device.

抛料装置的抛料距离由抛料电机 M2 控制，M2 采用的是 R775，额定电压 12V，负载转速 3500r/min，负载电流为 3A，其驱动电路同样采用 L298N 双 H 桥驱动电路。抛料装置的抛料口如图 3 所示。考虑到少部分饵料易从抛料盘与圆柱形抛料仓的缝隙处漏至抛料仓的底盘，故设计该底盘向后倾斜且与水平面成 45 度角，这样漏至底盘的饵料也能从抛料口滑进鱼池。电源配置室提供 5V、12V、24V 和 220V 电压，为控制中心、投饵机等设备提供电源。其他设备室内置增氧机、防水防晒器件等设备。

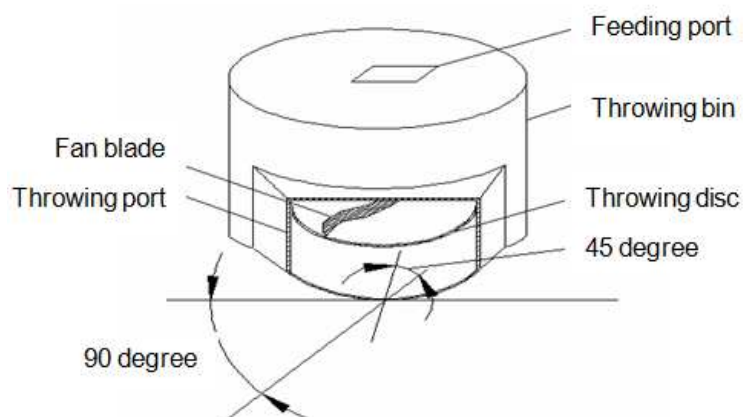


Fig. 3 - Design of throwing port

When control unit that controls aerator receives signal from upper computer, it will control M1 and M2 for commencement of baiting, timed baiting or baiting stopping, meanwhile send information about residual bait quant. to upper computer on which whether lower limit of residual bait quant. is reached. If the limit is reached, baiting

当控制投饵机的控制单元接收到上位机的信号后，控制单元控制电机 M1、M2 完成开始投饵、定时投饵、停止投饵等操作，同时控制单元将饵料剩余量发送给上位机判断其是否达到饵料剩余量下限，如是，发送停止投饵信号停

stopping signal will be sent, and alarm will be given to management. If the limit is not reached, baiting will be finished as timed. For performance parameters of bait thrower, see Table 1.

止投饵并报警提醒管理人员，反之则投饵完成定时的时长。投饵机性能参数如表 1 所示。

Table 1

Performance parameters of feeding machine

Performance of bait thrower	Net weight of overall unit [kg]	Dimension of overall unit[cm]	Capacity [kg]	Throwing area [m ²]	Range [m]	Blind zone for residual bait quant. test [cm]	Rated voltage [V]	Rated current [A]	Rated power [W]
Parameter index	15	40×30×100	10	24	1-6	2	12	3.5	42

Design of information acquisition and control module

Information collected by the system provides data reference and basis for control decision-making, covering water level, pH, water temperature, DO and image of fishpond. The control system primarily controls water level, aerator and bait thrower. Collected information is sent to upper computer via APC220. APC220 provides wireless transmission as far as 1000m, and has strong immunity from interference. It undertakes wireless transmission of parameters monitored in real time to upper computer, which is connected to APC220 via serial port RS232. The port is initialized as 9600 in baud rate, 8 in data bit and 0 in check bit.

Water quality inspection

Measurement results are sent to upper computer via the wireless transmission module APC220. Polarogram oxygen electrode acts as DO sensor in the system. For measuring oxygen content, polarization voltage of 0.6~0.8v is applied between anode and cathode of oxygen electrode. Current measured on DO electrode is at the level of μA , and shall be converted to voltage of 0~5V. PH sensor in the system is EUTTCH 405-60. Change in electromotive force is measured by means of potentiometry to conclude pH. Weak voltage signal (-414mv~414mv) is output by pH sensor, and converted to 0~5v (corresponding to pH of 0~14) upon magnification and deviation. Water pH and permeability of permeable membrane of DO sensor are influenced by change in water temperature, needing temperature compensation. Temperature value collected by DS18B20 is sent to STC89C52 for pre-processing, and sent via APC220 to upper computer for display. At the same time, DO and pH are compensated as temperature.

Image information acquisition and processing

USB2.4G digital wireless camera (450A) is adopted in the system. The camera is made up of 2.4G wireless camera, digital USB wireless receiver and power supply, free of demerit of complicated wiring compared to wired camera. Real-time photo of fishpond is taken by wireless camera, and transmitted to digital USB wireless receiver as wireless communication protocol. Monitoring system of upper computer snaps image regularly. Image processing program combines MATLAB and JAVA. Acquired image is true-color, and projected to gray space for median filtering. An image is often interfered during input, transmission and processing, thus gets lower in quality. Median filtering can inhibit interference and eliminate noise. For median-filtered image, see Figure 4.

信息采集与控制模块的设计

本系统中所采集的信息对系统的控制决策提供数据参考和依据，本系统采集的信息主要有水位、pH 值、水温、溶氧值和鱼池图像，控制系统主要是对水位、增氧机、投饵机的控制。采集到的信息经 APC220 发送至上位机。该模块的无线传输距离最远可达 1000m，抗干扰能力强。该模块负责把实时监测的一些参数无线传输至上位机。上位机通过 RS232 串行口与 APC220 连接，串口初始化为 9600 波特率、8 数据位和 0 校验位。

水质检测

本系统对鱼池水温、PH 值和溶氧值进行实时监测，检测结果经无线传输模块 APC220 传送到上位机。本系统溶氧传感器采用极谱氧电极。测定氧含量时，在氧电极的阳极和阴极之间加上 0.6~0.8v 的极化电压。溶氧电极上测得的电流值是 μA 级，需经过电流-电压转换为 0~5v 的电压值后。PH 传感器采用 EUTTCH 405-60，通过采用电位测定法，测量原电池的电动势变化测出 pH 值。pH 传感器输出的是微弱的电压信号(-414mv~414mv)，需经过放大和偏移将其转换为 0~5v，对应 pH 值为 0~14。水的 pH 值和溶氧传感器渗透膜的渗透性受水温变化影响，需要进行温度补偿。将 DS18B20 采集到的温度值送入 STC89C52 预处理后，经 APC220 传送到上位机显示，同时根据温度值对溶氧值和 pH 值进行补偿。

图像信息采集及处理

本系统摄像头采用 USB2.4G 数字无线摄像头 450A，该监控设备由数字 2.4G 无线摄像头、数字 USB 无线接收机和电源组成，与有线摄像头相比避免了布线复杂的缺点。无线摄像头拍摄鱼池的实时画面，经过无线通信协议传输给数字 USB 无线接收机，上位机监控系统进行定时截取图像。图像处理程序采用 MATLAB 与 JAVA 混合编程，获取的图像为真彩色，故将其投影到灰度空间上进行中值滤波。这是因为图像在输入、传送、处理过程中常有干扰，降低图像质量，而中值滤波可以抑制干扰，消除噪声。中值滤波处理后的图像如图 4 所示。

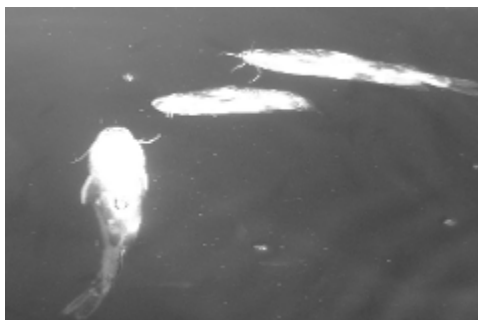


Fig. 4 - Image after median filtering

The key for gray level image binarization is selecting optimal segmentation threshold to separate target image from background. Given the fact that the system is suitable for outdoors, optimal threshold is worked out by means of iterative algorithm, which is effective upon multiple tests. Gray level image is binarized as threshold from iterative algorithm. Given there are not a few white spots on binary image, and such spot is obviously not caused by diseased fish, it is necessary to smooth binary image before statistics of white pixel point. The system removes small spots by means of corrosion followed by expansion, to reduce interference. For smoothed image, see Figure 5.

灰度图像二值化处理的关键是选择好最佳分割阈值，把目标图像与背景分割开。本系统所应用的环境为户外，因此采用迭代算法求取最佳阈值，并通过多次试验，效果良好。根据迭代算法所得阈值 T 对灰度图像进行二值化处理，由于二值图像中还含有不少白色斑点，显然这些斑点不是病变的鱼造成的，因此在统计白色像素点前需对二值图像进行平滑处理。本系统采用先腐蚀后膨胀的方法，去除了小的斑点减小干扰。平滑处理后的图像如图 5 所示。



Fig. 5 - Image after smooth processing

Based on the processing above, number of pixel point all over an image is first worked out, followed by extraction of target matrix and statistics of pixel point on target matrix. Target area of the system is white area, namely the system is aimed to summing white pixel and working out percent of white area in overall image. Sometime the percent is higher than established threshold (25%, established upon multiple tests), which indicates abnormality of fish. Interval of image acquisition is automatically shortened. Increase of the percent in a continuous time interval indicates communicable disease or poisoning. In this case, emergency alarm is needed.

通过以上处理后，首先计算出整幅图片的像素点数，再提取目标矩阵，统计出目标矩阵的像素点。本系统目标区域为白色区域，即统计白色像素之和，最后计算出白色区域占整幅图的百分比。当某时刻白色区域所占比例大于设定的阈值（在本系统中，经多次试验此阈值设为 25%），表示鱼情可能出现异常，软件自动设定获取图片时间的间隔缩短。如果在连续的时间段内得到的白色区域所占比例数呈上升趋势，则认为鱼得了传染性急病或中毒，需要紧急报警。

Water level control

Water level control module is made up of water level measurement circuit, 2 pumps, APC220, STC89C52 and upper computer. Water level measurement circuit is designed as electrical conductivity of water. STC89C52 finishes water level data acquisition as measured high/low electrical level. APC220 undertakes communication between upper computer and STC89C52. STC89C52 controls pump by connecting/disconnecting relay to control water level in normal range, and sends information

水位控制

水位控制模块主要由水位检测电路、2 个水泵、APC220、STC89C52 和上位机构成。水位检测电路是根据水的导电性来设计的，STC89C52 根据检测到的高低电平完成水位数据采集，APC220 则完成上位机和 STC89C52 之间的通信。STC89C52 通过控制继电器的通断来控制水泵，使鱼塘的水位控制在正常范围内，同时水

about water level to upper computer for display. Normal range of water level and water changing frequency can be modified as season on HMI of upper computer. Specially, when 2 or more water quality parameters exceed established ranges, the system will automatically change water.

Aerator control

According to water standard of fishery, in continuous 24h, DO in aquaculture water body shall exceed 5 mg/L within more than 16h [3], otherwise healthy growth of fish can be impacted. Aerator in the system oxygenizes water body by means of fine bubble aeration, high-efficiency and energy-saving. When DO lower than lower limit is detected by DO sensor, upper computer will automatically send command on starting aerator. When receiving the signal via APC220, STC89C52 will immediately close normally-open contact of relay and start aerator. When DO up to upper limit is detected, upper computer will automatically send command on shutting down aerator to recover normally-open contact of relay to open state and shut down aerator.

Bait thrower control

Bait thrower supports 2 control modes. In mode 1, user sets the parameters of daily baiting times, time point of each baiting, baiting duration (baiting quant.), lower limit of residual bait quant. and baiting distance on HMI of upper computer. After setting, when established time point (e.g. AM 8:00) arrives, upper computer will send command on starting baiting via APC220 to STC89C52. If receiving the command, STC89C52 will return baiting response signal to upper computer. If not receiving the response signal, upper computer will re-send the command every 1s. If not receiving the response signal in 3s, upper computer will give alarm until receiving the response signal. When STC89C52 receives the command, throwing motor will start, and 2s later baiting valve will open meanwhile information about residual bait quant. will be sent by STC89C52 via APC220 to upper computer for display. If baiting time is 10min, when baiting ends (namely at 8:10), upper computer will automatically send command on stopping baiting. If STC89C52 detects that residual bait quant is lowered than established lower limit during baiting, upper computer will automatically send command on stopping baiting and give alarm, meanwhile record residual baiting time. When supplementation of bait ends, upper computer will re-send baiting command to finish residual baiting. When upper computer sends command on stopping baiting, baiting valve will close, and 2s later throwing motor will be stopped to stop baiting. In mode 2, user sets baiting start time, baiting duration (baiting quant.), baiting stop, lower limit of residual bait quant. and baiting distance on HMI of upper computer. Baiting control process in mode 2 is identical to that in mode 1. In mode 2, operator can intervene baiting anytime. For control process of bait thrower, see Figure 6.

位传至上位机显示。可根据不同的季节在上位机的人机界面中修改水位的正常范围以及换水频率。特别地,当检测到有 2 个或以上的水质参数超出设定范围时,系统自动进行换水。

增氧机的控制

根据渔业用水标准规定,养殖水体溶解氧连续 24 h 中应当有 16 h 以上大于 5 mg/L[3], 否则就会影响鱼类的健康生长。本系统中的增氧机采用微孔曝气增氧方式, 增氧效率高而且节能。通过溶氧传感器检测到水中的溶解氧浓度低于下限值时, 上位机自动发送打开增氧机的指令, STC89C52 经 APC220 接收到该指令后, 随即控制继电器的常开触头闭合, 使增氧机开始工作。当检测到水中氧气的含量达到系统设定的上限值时, 上位机自动发送关闭增氧机信号, 控制电路中继电器的常开触头恢复断开状态, 增氧机停止工作。

投饵机的控制

投饵机的控制可以选择 2 种控制方式。选择方式 1 时, 用户在上位机的人机界面上设置如下参数: 每天投喂次数、每次投喂的时间点、投喂时长(投食量)、饵料剩余量的下限值以及投饵距离等。设置完成后, 当到达设定时间点时(如早上 8:00), 上位机将通过 APC220 把开始投饵的指令发给 STC89C52, 若 STC89C52 接收到该指令就会向上位机返回投饵应答信号, 若上位机未接收到此应答信号, 则每隔 1s 再次发送开始投饵的指令, 若 3s 后仍没收到应答信号则报警, 直至上位机接收到应答信号为止。STC89C52 接收到来自上位机的开始投饵指令后, 抛料电机打开, 延时 2s 后饵料阀门打开, 与此同时, 将饵料剩余量经 STC89C52 通过 APC220 无线发送至上位机并显示。若投饵时长为 10min, 则投饵时间到后(即 8:10), 上位机将自动发送关闭投饵的指令。若在投料的过程中 STC89C52 检测到饵料的剩余量低于设定的下限值时, 上位机自动发送停止投饵的指令并报警, 同时记下投饵剩余时长, 待加料完毕, 上位机重新发送投饵指令, 完成剩余投饵时间; 当上位机发送停止投饵信息时, 饵料阀门关闭, 2s 后抛料电机关闭, 停止投饵。选择方式 2 时, 用户在上位机的人机界面上设置的信息有: 开始投饵、投喂时长(投食量)、停止投饵、饵料剩余量的下限值以及投饵距离等。投饵控制过程与方式 1 相同, 方式 2 便于操作人员随时干预投饵过程。投饵机的控制流程如图 6 所示。

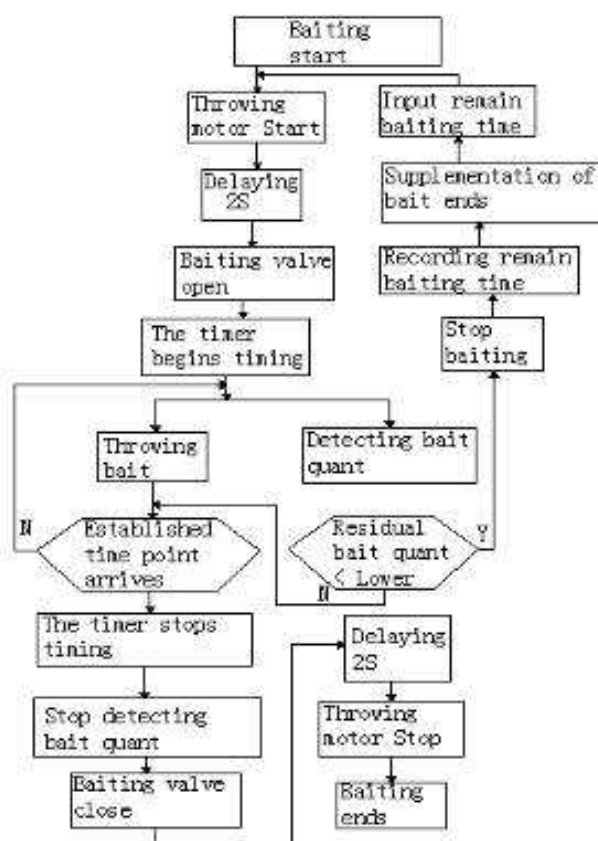


Fig. 6 - Controlling flow chart of feeding machine

Design of software system

Software system is made up of 5 modules (data display, data storage & inquiry, hardware control, site video monitoring, alarm control). Hardware control module controls water level, aerator and bait thrower. Site video monitoring module monitors image of fishpond via wireless camera installed above fishpond and will capture video image in a timing way and carry out timing analysis for such image. Alarm control module judges abnormality alarm by monitoring data information passed back by STC89C52 in real time and image processing result of upper computer.

Interfaces of upper computer are main interface, video monitoring interface and baiting control interface. Main interface is made up of system menu bar, system quick toolbar, fishpond environment data real-time display area, dynamic curve chart display area and hardware control area. Video monitoring interface can display multiple fishpond images, and monitor site of fishpond in all-round way. Result of captured picture processing can be displayed to show situation of fishpond and whether there's dead fish. Baiting control interface supports baiting mode selection, bait setting, residual bait quant. display and setting of last baiting time.

RESULTS AND DISCUSSION

After designed, the system was put into use in a fishery experiment park. Two neighbored 5m×5m fishponds in the park are marked as A and B, respectively, for comparative test. Carp fries from the same batch were put into the 2 fishponds. Fishes in fishpond A were fed with the system. Those in fishpond B were fed by means of artificial culture.

软件系统的设计

软件系统的设计主要包括功能模块和人机界面的设计。本软件系统主要包括 5 个功能模块:数据显示模块,数据存储查询模块,硬件控制模块,现场视频监控模块,报警控制模块。硬件控制模块包括对水位、增氧机和投饵机的控制;现场视频监控模块通过安装在养殖池上方的无线摄像头对养殖池进行图像监控,该模块将定时获取视频图像并对其进行实时分析。报警控制模块通过实时监控 STC89C52 传回来的数据信息和上位机图像处理结果,判断出现异常情况时报警。

上位机界面主要包括主界面、视频监控界面和投喂控制界面。主界面由系统菜单栏、系统快捷工具条、鱼池环境数据实时显示区、动态曲线图显示区、硬件控制区等五个部分组成。视频监控界面可以显示多个鱼池画面,全方位监控鱼池的现场情况,同时还显示视频截图图像处理的结果,即现场鱼池的状况以及是否有死鱼等信息。投喂控制界面主要包括投喂方式选择,饵料设置,余料剩余显示,上次投喂时间等信息的设定。

结果与讨论

本系统设计完成后应用于某渔场实验园区,取园区中 5m×5m 且相邻的 2 个鱼池进行对比试验并分别标记为鱼池 A 和鱼池 B,在 2 个鱼池分别放入同一批次的鲤鱼鱼苗。A、B 池分别使用本系统和人工养殖方式进行饲养,经实测

As measured, distance between monitoring room and fishpond was about 1000m. The test was carried out from Jan 1, 2013 to June 30, 2013. To test objectiveness of result, feeder randomly selected one day of each week. PH, DO and water level were measured at AM 8:00, PM2:00 and PM 8:00, in fishpond A and B. PH sensor and DO sensor were installed (2 every 100m²) at depth about 1.2m, installed 2.5m from ends of fishpond. Water level measurement device was installed 2.5m from end of drainage pump pond. Camera was installed on one end of pond, about 5m above water surface. Bait thrower was installed on the other end of pond. The test covered water quality inspection, image processing, water quality (PH, DO), bait thrower and water level control system. For structure of the whole test system, see Figure 7.

监控室到鱼池距离约 1000m。试验时间为 2013 年 1 月 1 日至 2013 年 6 月 30 日。为了测试结果的客观性，饲养人员每周随机抽取一天并在该天的 8:00、14:00、20:00 测定 A、B 池塘的 PH 值、溶氧值、水位。其中，PH 值、溶氧值传感器安装在距离池塘水面约 1.2m 的深度，按照每 100m² 安装 2 个传感器的标准分别安装在距离池塘两端 2.5m 处，水位检测装置安装在距离排水水泵池塘端 2.5m 处，摄像头安装在池塘一端距离池塘水面约 5m 处，投饵机安装在池塘另一端。本次试验主要对系统的水质检测，图像处理，水质（PH 值、溶氧值）、投饵机以及水位的控制系统进行了测试。整个测试系统的结构示意图如图 7 所示。

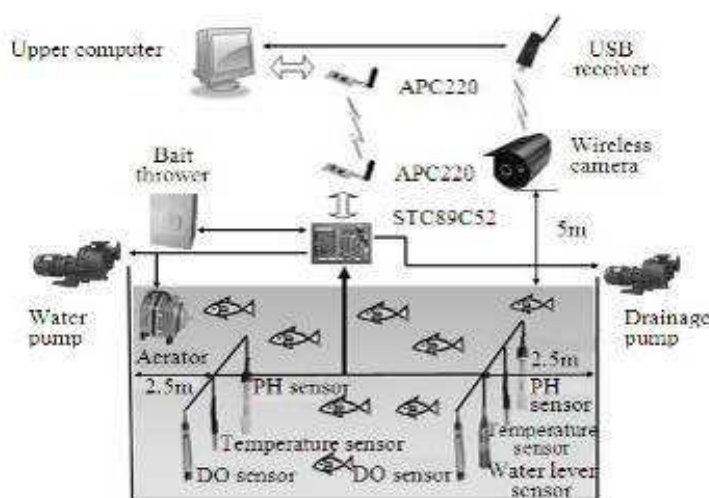


Fig. 7 - Structure diagram of testing system

Miss ratio of data transmission in Table 2 refers to times of error every 100 times of data transmissions. Accuracy of image judgment refers to times of conformity with actual conditions in 100 times of image processing on upper computer. The wireless communication system features transmission distance up to 1000m, short control response time, low and stable miss ratio of data transmission and high accuracy of image judgment, and can meet requirements for control and information communication in the system.

表 2 中的数据传输错失率为数据传输 100 次中出现错误的次数，图像正确判断率为上位机处理图像 100 次中与实际相符的次数。该无线通信系统传输距离可达 1000m，控制响应时间短，数据传输错失率低且稳定，图像正确判断率高，能够满足该系统的控制和信息通讯要求。

Table 2

TESTING RESULTS ON PERFORMANCE OF WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

Monitoring distance [m]	Aerator response time [ms]	Water level control response time [ms]	Miss ratio of data transmission [%]
100	16	15	0.05
300	18	19	0.08
500	22	22	0.12
700	27	25	0.18
1000	48	49	0.36

DO was tested under different temperatures. The test result is shown in Table 3. Learned from the table, test value from DO measurement system is close to that from existing DO transmitter DO6309. However, polarogram oxygen electrode adopted on DO measurement system is inexpensive. Existing DO transmitter collects data in wired way, thus can't meet requirements of the system.

在不同温度环境下对溶氧值进行测试，结果如表 3 所示。由该表数据可知，溶氧值检测系统测试值与现有溶氧值变送器 DO6309 测试值相近，但所用极谱氧电极价格相对较低，且现有溶氧值变送器一般采用有线方式采集数据，不能满足本系统的要求。

Table 3

Testing results on performance of detection system for DO value

Temperature	Test value from DO-BTA /DO-BTA [ppm]	Test value from the system [ppm]
5℃	5011.81	11.77
15℃	9.52	9.40
25℃	7.70	7.82
35℃	6.48	6.51

PHs of acid, neutral and alkaline solution were tested under different temperatures, as shown in Table 4. Learned from the table, the system is slightly higher than existing pH transmitter CPI-505 in test accuracy. Learned from the experimental data above, the designed water quality inspection system can meet demands in aquaculture.

在不同温度环境下对酸性、中性、碱性等 3 种溶液进行 PH 值测试，结果如表 4 所示。从该表数据可知，其测试精度与现有 PH 值变送器 CPI-505 相比略高。由上述实验数据可知，设计的水质检测系统能够满足水产养殖的需求。

Table 4

Testing results on performance of detection system for pH value

Temperature	Standard solution	Test value from CPI-505	Error	Test value from the system	Error
20℃	3.000	2.997	0.003	2.996	0.004
25℃	3.000	3.008	0.008	3.004	0.004
20℃	7.020	7.013	0.007	7.021	0.001
25℃	7.020	7.015	0.005	7.025	0.005
20℃	10.500	10.490	0.010	10.485	0.015
25℃	10.500	10.495	0.005	10.505	0.005

Livable temperature, pH, optimal pH, DO, optimal DO and water depth for carp are 25℃~32℃, 6.5~8.5, 7.5, >4.5mg/L, 6.5 mg/L and 1.2~1.5m, respectively. Mean of each parameter of the system and manual-control fishpond are shown in Table 5. Learned from Table 5, each parameter under manual control significantly fluctuates. Control result of the system was accurate and stable within 180 days of the test.

鲤鱼适宜的温度为 25℃~32℃，PH 值为 6.5~8.5，最佳 PH 值为 7.5，溶氧量为 4.5mg/L 以上，最佳溶氧量值为 6.5 mg/L，水深为 1.2~1.5m，采用本系统和人工控制鱼池内各参数的平均值如表 5 所示。由表 5 可知，在人工控制下各参数波动较大，而本系统的控制结果在试验的 180 天之内准确、稳定。

Table 5

Water quality parameters of A and B ponds

Time	pH		DO [ml/L]		Water level [m]	
	Fishpond A	Fishpond B	Fishpond A	Fishpond B	Fishpond A	Fishpond B
8:00	7.8	7.2	7.2	6.7	1.31	1.10
14:00	7.5	8.3	6.5	4.4	1.30	1.55
20:00	7.7	7.8	6.7	5.8	1.30	1.60

CONCLUSION

The wireless monitoring aquaculture system designed in the paper monitors temperature, pH and DO of fishpond in real-time way, and automatically controls them. It controls fish growth in full-time way by means of image acquisition, and implements real-time monitoring of fish health. Learned from test, net weight of bait thrower, maximum throwing area and rated power are 15kg, 24m² and 42W, respectively. Supporting automatic baiting, the bait thrower can bait fishes timely and accurately. APC220 wireless data transmission module is 20MW in transmitting power and 1000m in maximum wireless monitoring distance, effective in aquaculture under wireless monitoring. These provide intelligent aquaculture mode where operation is easy under accurate control. The system avoids problems of low efficiency in artificial aquaculture and untimely and unreliable water quality and fish disease control.

结论

本文设计的无线监控水产养殖系统，对鱼池水温、pH 值和溶氧值进行无线实时监测和自动控制。图像采集实现全天候掌握鱼类的生长情况并实现了对鱼类健康状况进行实时监测。经测试可知投饵机净重 15kg，最大抛料面积为 24m²，额定功率 42W。该投饵机的自动投饵功能，实现了及时、准确的投饵。APC220 无线数传模块，发射功率为 20MW，无线监控的距离可达 1000m，实现了有效的无线监控养殖，为广大的水产养殖户提供操作简便、控制准确的智能养殖模式。该系统避免了人工养殖效率低，对水质和鱼类病害控制不及时、不可靠的情况。

ACKNOWLEDGEMENT

The authors gratefully acknowledge the support by the key natural science project of Sichuan education department (grant number : 12ZA277) and the national innovation experiment fund of China.

REFERENCES

- [1]. Chen M, Liu Z Z, Bian Z L.(2002) – Wastewater purifying technology of intensive aquiculture greenhouse— A case study on an automatically controlled ecological greenhouse. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Engineering,vol.18,no.6, pg.95-97;
- [2]. Du Z G, Hu D H.(2011) – An auto remote control system of aquaculture industrialization. Journal of Agricultural Mechanization Research, vol.33, no.3, pg.201-203;
- [3]. GB11607-89, National fishery water quality standard of the People's Republic of China [S].
- [4]. Gu J, Men T, Liu X G,et al. (2011) - Mechanical aeration energy-saving technology based on oxygen transfer pond. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Engineering,vol.27,no.11, pg.120-125;
- [5]. Guo Z W, Zhang Y W, Li S.(2009) – GSM-based remote monitoring of farmland meteorological information system design. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, vol.40,no.3, pg.163-165;
- [6]. Huang D., Hu A.,Chen, S.,Wang Z.(2013) – A fuzzy control based on dissolved oxygen monitoring system in aquaculture. INMATEH - Agricultural Engineering, vol.41, no.3, pp.45-54;
- [7]. Lei C, He X Y, Su S H.(2010) - Design and implementation of multipoint temperature acquisition system based on ZigBee. Automation Technology and Applications, vol.29,no.2,pg.43-46;
- [8]. Liu X G, Liu Z P, Wang P X, et al.(2009) – Aquaculture security guarantee system based on water quality monitoring and its application. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Engineering,vol.25,no.6, pg.186-191;
- [9]. Liu X Q, Zhao D A, Quan L,et al.(2003) – Research on control system of aquaculture with multi-environmental factors. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Engineering,vol.19 ,no.3, pg.205-208;
- [10]. Lu W, Wang Q L.(2005) – Developmental status of fisheries establishments in our country. Modern Fisheries Information, vol.20,no.4,pg.13-16;
- [11]. Luo X Z.(2005) – Present situation and trend of Chinese freshwater fisheries. Journal of Yangtze University (Natural Edition),vol.2,no.5, pg. 98-102;
- [12]. Luo Z K.(2001) – Concise Encyclopedia of aquaculture in China. Beijing: China Agriculture Press, vol.02;
- [13]. Ma C G, Zhao D A, Qin Y,et al.(2007) – Intelligent monitoring and control for aquaculture process based on fieldbus. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,vol.38,no.8, pg.113-115;
- [14]. Shi B, Zhao D A, Liu X Q,et al.(2011) – The industrial aquaculture smart monitoring system design. Agricultural Machinery,vol.42,no.9,pg.192-196;
- [15]. Zhao Y F, Hu H Y, Jiang G Z.(2012) – Status quo and development trends of facility fishery in China. Chinese Fisheries Economics,vol.30,no.5, pg.91-99;
- [16]. Zou ZT, Yang H, Li H. (2011) – *Design of aquaculture's real-time monitoring system*. Journal of Agricultural Mechanization Research,vol.33,no.9,pg.124-127.

致谢

本研究受到四川省教育厅自然科学重点项目 (项目号 : 12ZA277) 和大学生创新实验基金的资助。

参考文献

- [1]. 陈敏, 刘中柱, 卞祖良.(2002) — 高密度水产养殖自控生态型大棚的水质净化技术. 农业工程学报, 第 18 卷, 第 6 期,95-97.
- [2]. 杜志国, 胡大辉.(2011) — 工厂化水产养殖远程测控系统研究. 农机化研究, 第 33 卷,第 3 期, 201-203.
- [3]. GB11607—89, 中华人民共和国国家渔业水质标准[S].
- [4]. 谷坚, 门涛, 刘兴国, 等.(2011) — 基于氧传质的池塘机械增氧节能技术. 农业工程学报, 第 27 卷, 第 11 期,120-125.
- [5]. 郭志伟, 张云伟, 李霜.(2009) — 基于 GSM 的农田气象信息远程监控系统设计. 农业机械学报, 第 40 期, 第 3 卷, 163-165.
- [6]. 黄大志, 胡爱英, 陈淑发, 王卓卓.(2013) — 基于模糊控制的水产养殖中溶解氧监控系统的研究. 农业工程, 第 41 卷, 第 3 期, 45-54.
- [7]. 雷纯, 何小阳, 苏生辉.(2010) — 基于 ZigBee 的多点温度采集系统设计与实现. 自动化技术与应用, 第 29 卷, 第 2 期, 43-46.
- [8]. 刘兴国, 刘兆普, 王鹏祥,等. (2009) — 基于水质监测技术的水产养殖安全保障系统及应用. 农业工程学报, 第 25 卷, 第 6 期, 186-191.
- [9]. 刘星桥, 赵德安, 全力, 等. (2003) — 水产养殖多环境因子控制系统的研究. 农业工程学报, 第 19 卷, 第 3 期, 205-208.
- [10]. 鲁伟, 王秋玲. (2005) — 我国设施渔业的发展现状. 现代渔业信息, 第 20 卷, 第 4 期,13-16.
- [11]. 罗相中.(2005) — 我国淡水渔业的现状与趋势.长江大学学报 (自然版), 第 2 卷, 第 5 期, 98-102.
- [12]. 陆忠康. (2001) — 简明中国水产养殖百科全书. 北京: 中国农业出版社, 第 2 卷.
- [13]. 马从国, 赵德安, 秦云, 等.(2007) — 基于现场总线技术的水产养殖过程智能监控系统. 农业机械学报, 第 38 卷, 第 8 期,113-115.
- [14]. 史兵, 赵德安, 刘星桥, 等.(2011) — 工厂化水产养殖智能监控系统设计. 农业机械学报, 第 42 卷, 第 9 期,192-196.
- [15]. 赵永锋, 胡海彦, 蒋高中.(2012) — 我国大宗淡水鱼的发展现状及趋势研究. 中国渔业经济, 第 30 卷, 第 5 期, 91-99.
- [16]. 邹振涛, 杨宏, 李宏.(2011) — 水产养殖实时监控系统设计. 农机化研究, 第 33 卷, 第 9 期,124-127.

CHOPPING OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS

TOCAREA PLANTELOR MEDICINALE SI AROMATICE

Eng. Muscalu A.¹⁾, Biol. Pruteanu A.¹⁾ Prof. Phd. Eng. David L.²⁾¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾P.U. Bucharest / Romania

Tel: 021/269.32.50; Fax: 021/269.32.73; E-mail: amuscalis@yahoo.com

Abstract:

Mechanical processing of medicinal and aromatic plants include various operations that are applied after harvesting them. This may have the purpose to remove the unwanted components from the vegetal material collected, to adjust its shape, to refine it, to prepare under the best conditions for the further processing etc. Among the mechanical processing operations of medicinal and aromatic plants also belong the dimensional reduction operations. These apply to the vegetal material as a result of the market demands, or may apply as operations or phases from technological processes of obtaining of certain products.

The paper is a synthesis of state of art of the technical achievements together with the trends in the field on chopping of medicinal and aromatic plants.

Keywords: chopping, mechanical processing, medicinal and aromatic plants.

INTRODUCTION

Generically, *shredding* can be defined as the operation that aims at reducing the size of the raw materials or of the materials under the action of mechanical forces. [5]

In the case of medicinal and aromatic plants, "the size reduction" is a mechanical processing. It is usually performed after conditioning - sorting, to get the right size for the market of the products (the tea), or as an additional processing procedure, by which the useful parties (folium, herba, radix, cortex, etc.) acquire the suitable sizes for the processing by other specific operations (extraction, maceration, etc.)

Generally, there are three different methods of mechanical size reduction of this type of material:

- cutting / chopping;
- smashing / crushing;
- grinding.[4]

Chopping of medicinal and aromatic plants is a complex and expensive technological process, as well as in case of forages. Chopping of forages is predominantly a process of shearing, conducted by moving of an instrument of cutting blade / knife type. In order to be cut, the plant material is supported on a support, which often consists of even the counterknife blade. Cutting is done between the two blades that act like scissors and begins when the downforce exceeds the shearing strength. The plants sectioning is a complex operation, the first stage being that of compressing. Resistance to cutting depends on the physical characteristics of the plants, of the geometric and kinematic cutting parts, of those of the material flux etc.[1, 2, 3].

To achieve an efficient chopping process in the feedingstuffs case, pressing the material is very important, because it involves the dispersion of the particles of cut material immediately after cutting and a lower energy consumption.

In the case of medicinal and aromatic plants, the press should not be so strong because of the negative influence on the bioactive compounds. This causes a higher energy consumption, which in this case is less important compared to the quality of the material obtained.[4]

Rezumat:

Prelucrarea mecanică a plantelor medicinale si aromatice cuprinde diverse operatii ce se aplică după recoltarea acestora. Acestea pot avea scopul de a elimina componentele nedorite din materialul vegetal colectat, de a-i ajusta forma, de a-l rafina, de a-l pregăti în cele mai bune conditii pentru prelucrarea ulterioară etc. Dintre operatiile de prelucrare mecanică a plantelor medicinale si aromatice fac parte si cele de reducere dimensională. Acestea se aplica materialului vegetal ca urmare a cerintelor pietei, sau se pot aplica ca operatii sau faze din cadrul unor procese tehnologice de obtinere a unor anumite produse.

Lucrarea prezinta o sinteza cu privire la stadiul actual al realizarilor tehnice impreuna cu tendintele din domeniul tocarii plantelor medicinale si aromatice.

Cuvinte cheie: tocare, prelucrare mecanica, plante medicinale si aromatice.

INTRODUCERE

Generic, *mărunțirea* poate fi definită ca operația care are ca obiect reducerea dimensiunilor materiilor prime sau materialelor sub acțiunea unor forțe mecanice. [5]

In cazul plantelor medicinale si aromatice, "reducerea dimensiunii" este un proces de prelucrare mecanica. De obicei se execută după condiționare - sortare, pentru a se obține mărimea potrivită a produselor pentru piață (ceaiul), sau ca o procedura de procesare suplimentara, prin care părțile utile (folium, herba, radix, cortex etc) dobândesc dimensiunile potrivite în vederea procesării prin alte operații specifice (extracție, macerare etc.)

In general, exista trei procedee diferite de reducere mecanica a dimensiunilor acestui tip de material:

- tăiere / tocare;
- zdrobire/sfaramare;
- macinare.[4]

Tocarea plantelor medicinale si aromatice este un proces tehnologic complex si costisitor, ca si cea a furajelor. Tocarea furajelor este predominant un proces de forfecare, realizat prin miscarea unui instrument tip lama taietoare/ cutit. Pentru a putea fi taiat, materialul vegetal este sustinut pe un suport, care frecvent este constituit chiar de catre lama contracutit. Taierea se realizează între cele două lame care se comporta ca o foarfeca si incepe atunci cand forta de apasare depășeste rezistenta la forfecare. Sectionarea plantelor este o operatie complexa, prima faza fiind cea de comprimare. Rezistenta la taiere depinde de caracteristicile fizice ale plantelor, de cele geometrice si cinematice ale organelor de taiere, de cele ale fluxului de material etc. [1, 2, 3].

Pentru realizarea unui proces de tocare eficient in cazul furajelor, presarea materialului este deosebit de importanta, deoarece implica dispersia particulelor de material taiat imediat dupa taiere si un consum mai redus de energie.

In cazul plantelor medicinale si aromatice, presarea nu trebuie sa fie atat de puternica, datorita influentei negative asupra compusilor bioactivi. Aceasta determina un consum mai mare de energie, care, in acest caz, este mai putin important fata de calitatea materialului obtinut.[4]

MATERIALS AND METHOD

The medicinal and aromatic plants can be chopped into fresh or dried state, with specialized equipment for this operation, called chippers. Many of them were made starting from the forage or tobacco choppers, by modifying of some assemblies.

For the medicinal and aromatic plants there are 2 types of cutting systems: with *free cutting* and with *accurate cutting*. In the case of systems with free cutting, the length of the material that comes in contact with the knife is neither adjusted nor controlled. The accurate cutting systems are fitted with auxiliary systems for regulating and controlling the material supply, as well as of the cutting length of the layer of vegetal material.

The device of accurate cutting type flywheel in Figure 1 is equipped with knives mounted in spiral. They will make a clean and mild cut, especially for sensitive medicinal and aromatic plants. This type of cutting device has been modified; some elements and assemblies have been redesigned and used for cutting of fresh material, intended for drying.

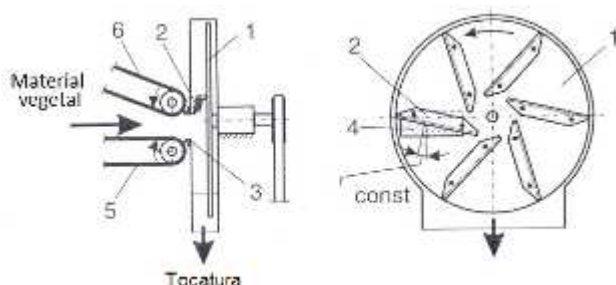


Fig. 1 - Device for accurate cutting type flywheel: 1 - flywheel, 2 - knife, 3 - counterknife, 4 - the section of the material layer, 5 - feed conveyor, 6 - pressing band; [4]

Figure 2 shows schematically a special type of chipper with accurate cutting, with knives with parallel motion, used mainly for the processing of tobacco, but which was redesigned for medicinal and aromatic plants. The knife with vertical motion has a particular trajectory, moving very close to counter knife, but moving away upward much farther from it, thus enabling an unhindered supply with material. There is still a knife whose plan is perpendicular to the plan of the "main" knife moving simultaneously with it. The perpendicular knives are made of metallic bars, being placed under the main knife. The space between knives is adjustable to get the required size of the particles. Following the combined action of the two knives, the "main" one performs the longitudinal reduction of the material, and the perpendicular knives perform a cutting along the material layer. The resulting particles are rectangular or square, the machine being called "the square cutting machine". The feeding system consists of two conveyor belts made of soft rubber, the position and load of the upper being adjustable, both having an intermittent motion of advance. During the cutting process, the bands are stationed and the supply with material occurs within the timeframe in which the knife moves up. Although it has a high cost due to the quality of the cutting operation that it performs (appropriate dimensions of the resulting particles and minimum losses of active principles, especially of essential oils), this machine is commonly used in the profile companies [4].

MATERIALE ȘI METODA

Plantele medicinale și aromatice pot fi tocate în stare proaspătă sau uscată, cu utilaje specializate pentru această operație, numite tocători. Multe dintre ele au fost realizate plecându-se de la tocatoarele de furaje sau tutun, prin modificarea unor subansambluri.

Pentru plantele medicinale și aromatice există 2 tipuri de sisteme de tăiere: cu *tăiere liberă* și cu *tăiere exactă*. În cazul sistemelor cu tăiere liberă, lungimea materialului care vine în contact cu cutitul nu este nici ajustată nici controlată. Sistemele cu tăiere exactă sunt dotate cu sisteme auxiliare pentru reglarea și controlul alimentării cu material, precum și a lungimii de tăiere a stratului de material vegetal.

Dispozitivul de tăiere exactă tip volant din figura 1 este dotat cu cutite montate în spirală. Acestea vor realiza o tăietură netedă și blândă, mai ales în cazul plantelor medicinale și aromatice sensibile. Acest tip de aparat de tăiere a fost modificat; unele elemente și ansambluri au fost reproiectate și folosite pentru tăierea materialului proaspăt, destinat uscării.

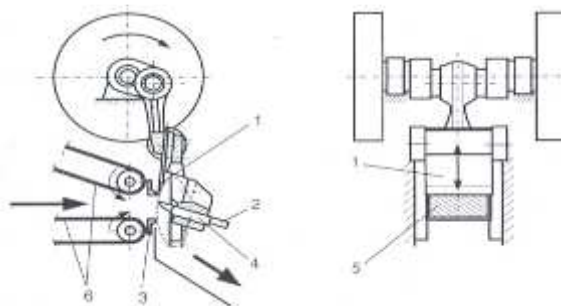


Fig. 2 - Special chipper with knives with parallel motion: 1 - knife, 2 - perpendicular knives, 3 - counterknife, 4 - distance adjustment parts, 5 - the section of the material layer, 6 - upper and lower feed bands [4]

În figura 2 este prezentat schematic un tip special de tocatore cu tăiere exactă, cu cutite cu mișcare paralelă, utilizată în principal pentru prelucrarea tutunului, dar care a fost reproiectată pentru plante medicinale și aromatice. Cutitul cu mișcare verticală are o traiectorie aparte, mișcându-se foarte aproape de contra-cutit, dar deplasându-se în sus mult mai departe de el, făcând posibilă astfel o alimentare neîngrădită cu material. Mai există un cutit, al cărui plan este perpendicular pe planul cutitului "principal", deplasându-se odată cu acesta. Cutitele perpendiculare sunt realizate din bare metalice, fiind plasate sub cutitul principal. Distanța dintre cutite este reglabilă pentru a obține mărimea necesară a particulelor. În urma acțiunii combinate a celor două cutite, cel "principal" realizează reducerea longitudinală a materialului, iar cutitele perpendiculare efectuează o tăietură de-a lungul stratului de material. Particulele rezultate au forma dreptunghiulară sau patrată, mașina fiind denumită "mașina de tăiat patrat". Sistemul de alimentare este constituit din două benzi transportoare realizate din cauciuc moale, poziția și sarcina celei superioare fiind reglabile, ambele având o mișcare de avans intermitentă. În timpul procesului de tăiere, benzile stăionează iar alimentarea cu material are loc în intervalul de timp în care cutitul se mișcă în sus. Deși are un preț de cost ridicat datorită calității operației de tăiere pe care o realizează (dimensiuni adecvate ale particulelor rezultate și pierderi minime de principii active, mai ales de uleiuri esențiale), aceasta mașina este utilizată frecvent în companiile de profil. [4]

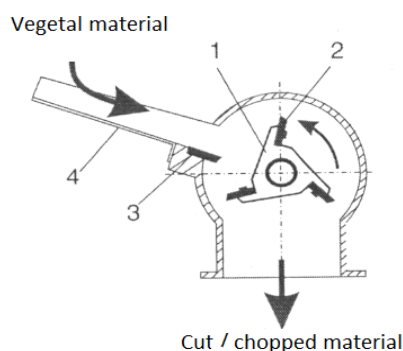


Fig. 3 - Chipper with free cutting and free fall of material:
1 - rotor, 2 - knives, 3 - counterknife 4 - supplying platform [4]

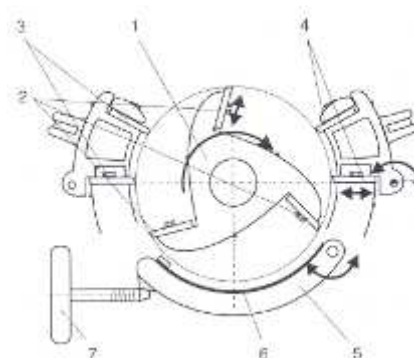


Fig. 4 - Chipper with free cutting with sieve. 1 - rotor, 2 - knives, 3 - left counterknife, 4 - right counterknife 5 - pivotally framework, 6 - interchangeable sieve 7 - positioning system of the sieve [4]

The chippers with free cutting can be of the type with free fall of the material or with sieve. Figure 3 presents a chipper with free fall of the material that can be used to prepare the raw material consisting of aromatic and medicinal plants, for extraction or distillation.

In Figure 4 is shown in detail the rotor of the chipper with free cutting with sieve. It has two sets of counterknife left (3) and right (4). The adjustment of the distance between knives and counterknives is very important. It should be between 0.1 mm and 0.15 mm to ensure an efficient cutting. The knives and counterknives may move longitudinally. Different types of sieves (6) made of perforated sheet or wire mesh are fixed on a swing frame (5). The distance between the edge of the knife and sieve is adjustable to allow the flow of different quantities of material, limited to a certain minimum level.

In the case of this type of rotor the unwanted mechanical action on the plant material of medicinal and aromatic plants is reduced to minimum by the lack of pressing. The use of the pairs of knives adjusted has as final result a smooth cut. The choice of a suitable type of sieve (from the point of view of the holes openings), as well as the distance between the edges of knives and sieve, can determine the achieving of a controlled reduction in the size.

In Figure 5 are shown special devices for chopping with two cylinders. One is equipped with disc knives, and in the other are executed grooves, whose edges have the role of counterknives (fig. 5.a and b). The feeding is done by dropping, which enables a gentle treatment of the vegetal material from medicinal plants. For different cutting lengths are used different pairs of cylinders. To cut large pieces (fig.5.c) the disc knives are farther away, and the counter-cylinder is a smooth cylinder on which were mounted supporting fingers.

The use of different pairs of cylinders for various lengths of cutting generates high costs, as well as repeated reassemblies.

Tocatoarele cu taieri libera pot fi de tipul cu cadere libera a materialului sau cu sita. In figura 3 este prezentata o tocatoare cu cadere libera a materialului care poate fi folosita la pregătirea materiei prime constituita din plante medicinale si aromatice, pentru extractie sau distilare.

In figura 4 este prezentat in detaliu rotorul tocatarii cu taieri libera cu sita. Acesta este prevazut cu doua ansambluri de contracutit stanga (3) si dreapta (4). Reglarea distantei intre cutite si contracutite este foarte importanta. Ea trebuie sa fie cuprinsa intre 0,1mm si 0,15mm pentru a se asigura o taieri eficienta. Cutitele cat si contracutitele se pot deplasa longitudinal. Diferite tipuri de site (6) realizate din tabla perforata sau plasa de sarma sunt fixate pe un cadru pivotant(5). Distanța dintre marginea de cutitului si sită este reglabila pentru a permite fluxul a diferite cantități de materiale, limitate la un anumit nivel minim.

In cazul acestui tip de rotor actiunea mecanică nedorită asupra materialului vegetal din plante medicinale si aromatice este redusa la minim, lipsind presarea. Utilizarea perechilor de cutite ajustate are ca rezultat final o taietura neteda. Alegerea unui tip adecvat de sita (din punct de vedere al deschiderii orificiilor), precum si a distantei dintre muchiile cutitelor si sita, poate determina realizarea unei reduceri controlate a dimensiunii.

In figura 5. sunt prezentate dispozitive speciale de tocare cu doi cilindri. Unul este prevazut cu cutite disc, iar in celalalt sunt executate caneluri, ale caror muchii au rol de contracutite (fig. 5.a si b). Alimentarea se face prin cadere, ceea ce permite un tratament blând al materialului vegetal din plante medicinale. Pentru diferite lungimi de taieri se folosesc perechi diferite de cilindri. Pentru taierea de bucati mari (fig.5.c) cutitele disc sunt mai departate, iar contracilindrul este un cilindru neted pe care s-au montat degete de sprijin.

Utilizarea diferitelor perechi de cilindri pentru diferite lungimi de tăiere genereaza costuri mari, precum si reasamblari repetate.



Fig. 5 - Special cutting device of medicinal and aromatic plants with two cylinders

a) operation of the cutting device: 1 - cylinder with disc knives (top), 2 - smooth cylinder with grooves (bottom); b) Set of cylinders for a cutting length of 20mm; c) Set of cylinders for a cutting length of 40mm [4].

RESULTS AND CONCLUSIONS

The choppers for medicinal and aromatic plants which are produced and sold at this time largely are equipped with the cutting systems described above. We shall present some representative models.

The company WINICKER & Lieber (Germany) [6] produces a mincer (Figure 6) available in 4 type dimensions, designed for precision cutting and grinding of medicinal and aromatic plants, mushrooms, dried vegetables, spices as well as of other vegetal products raw or dried, related to those listed above.

The operating diagram is shown in Fig.7. The raw material is compressed with 5 rolls of pressure, without a pressing force from the spring, then being pushed out step-by-step through the hopper, with uniform pitch and constant width. Cutting is performed by means of two knives of different sizes, simultaneously performing the splitting respectively cutting by shearing.

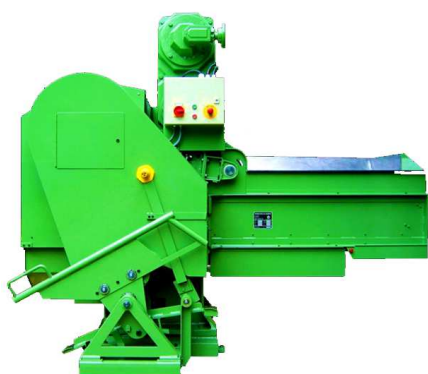


Fig. 6- The chopper WINICKER [6]

In front of the mouth of feed (fig. 7) the blades moves up - down with a rotating elliptical movement synchronized with the movement of the step-by-step transport of the raw material. When the knives descend the cutting is performed, consequently the transport stops, (the advancement) of the raw material, when the knives ascend, continuing the transportation of the material. The processed product is collected in the lower part of the machine (fig.7). The vegetal material is cut uniformly to the cutting size for which was adjusted the machine. The machine provides a clean cut without burrs, resulting in uniform particles. The dried products are not broken by cutting, and the fresh ones can be processed directly, even if they are long and fibrous, no longer being needed a pre-cutting. Following the cutting, material does not heat up, so the operation does not generate losses of active principles.

The company Jin Zhu (China) manufactures the machine QYJ (fig.8,9), intended to cut of medicinal plants, of tea leaves and tobacco, of rhizomes or plant products used for animal feed etc., in two constructive variants. The material is compressed into a compact block between two conveyor belts, then is cut to the appropriate size by a guillotine knife moving with a very high frequency. This chipper uses the classical driving principle of the guillotine knife consisting of the transformation of the rotation movement in translational motion, through a crank - gear mechanism and of an mechanism with eccentric. The plants are cut by guillotine, between the knife and counter knife. The material advances intermittently, this being achieved when the knife rises under the action of the mechanism of advance. By the mechanical stroke adjustment of the intermittently advance, is adjusted the length of the chips. [7]

REZULTATE SI CONCLUZII

Tocatorile destinate plantelor medicinale si aromatice, ce se produc si comercializeaza in acest moment, sunt dotate in mare parte cu sistemele de taiere descrise anterior. Vom prezenta cateva modele reprezentative.

Firma WINICKER & LIEBER (Germania) [6] produce o mașină de tocat (fig.6) disponibilă în 4 tipodimensiuni, destinată tăierii de precizie și mărunțirii plantelor medicinale și aromatice, ciupercilor, legumelor uscate, condimentelor, precum și altor produse vegetale crude sau uscate înrudite cu cele menționate anterior.

Schema de functionare este prezentată în fig.7. Materia primă este comprimată cu ajutorul a 5 role de presare, fara o forta de presare din arc, fiind apoi împinsă pas-cu-pas afară prin gura de alimentare, cu pas uniform si lățime constantă. Tăierea se realizează cu ajutorul a două cuțite de dimensiuni diferite, care realizează simultan despicarea, respectiv tăierea prin forfecare.

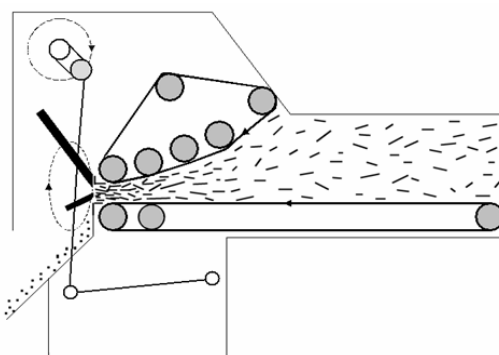


Fig. 7- The operating diagram of the chopper WINICKER [6]

În partea din față a gurii de alimentare (fig. 7) cuțitele se mișcă sus - jos având o mișcare de rotație eliptică, sincronizată cu mișcarea de transport pas-cu-pas a materiei prime. Când cuțitele coboară se realizează tăierea, deci se oprește transportul, (avansul) materiei prime, când cuțitele urcă, se continuă transportul materialului. Produsul prelucrat este colectat în partea inferioară a mașinii (fig.7). Materialul vegetal este tăiat uniform la dimensiunea de tăiere pentru care a fost reglată mașina. Mașina realizează o tăiere curată fără bavuri, rezultând particule uniforme. Produsele uscate nu sunt sfărâmate prin tăiere, iar cele proaspete pot fi prelucrate direct, chiar dacă sunt lungi și fibroase, nemaifiind necesară o pretăiere. În urma tăierii, materialul nu se încălzește, deci operația nu generează pierderi de principii active.

Firma Jin Zhu (China) realizeaza masina QYJ (fig.8,9), destinata tăierii plantelor medicinale, frunzelor de ceai și de tutun, rizomilor sau produselor vegetale utilizate pentru hrana animalelor etc., in doua variante constructive. Materialul este comprimat într-un bloc compact între două benzi transportoare, apoi este tăiat la dimensiunea adecvată de un cuțit ghilotină care se mișcă cu frecvență foarte mare. Aceasta toacătoare utilizeaza principiul clasic de actionare a cutitului tip ghilotina care consta din transformarea miscarii de rotatie in miscare de translatie, prin intermediul unui mecanism bielă - manivelă si a unui mecanism cu excentric. Plantele sunt tăiate prin ghilotinare, între cuțit și contra cuțit. Materialul avansează intermitent, aceasta realizându-se în momentul ridicării cuțitului sub acțiunea mecanismului de avans. Prin reglarea cursei mecanice de avans intermitent, se reglează lungimea tocăturii. [7]



Fig. 8- The chipper model QYJ-200 (Jin Zhu) China [7]



Fig. 9- Detail conveyor belt of the chopper QYJ-200 [7]

The conveyor belt and that of pressing can operate in both directions (back and forth), taking action easily in the event of clogging. The machine is made of stainless steel, to meet the hygienic conditions imposed by the processing of medicinal and aromatic plants. The technical characteristics are presented in Table 1

Banda de transport și cea de apăsare pot funcționa în ambele sensuri (înainte și înapoi), acționându-se cu ușurință în caz de înfundare. Masina este realizată din oțel inoxidabil, pentru a se respecta condițiile de igienă impuse de prelucrarea plantelor medicinale și aromatice. Caracteristicile tehnice sunt prezentate în tabelul 1 [7]

Table 1

Technical Characteristics

Model	Working Capacity [kg h ⁻¹]	Cutting length [mm]	Engine power [kW]	Overall dimensions L×l×h [mm]	Mass [kg]
QYJ-200	300	0.5-25/ 0,5-25	2.2/ 2,2	1900×780×960	500
QYJ-300	450	0.5-25/ 0,5-25	3	1900×880×960	600

HK Company Rongchine Trading Co., Ltd (China) produces a high-speed chopper (model QYJ-1000 - Figure 10) intended to shred of medicinal plants and tobacco leaf using a cylindrical drum, whereon there are mounted 4 or 8 knives. The technical characteristics are: Overall dimensions :..... 2330×950×1900mm; Engine power actuation conveyor:..... 2.2 kW; Main engine power:..... 5.5 kW; Rotation frequency of chopping drum:..... 440 min⁻¹; Size of cutting mouth (l×h):..... 280×54 mm; Supply voltage:.....380V; Number of knives:.....4 sau 8; Mass:.....1400 kg.

For chopping of the leaves the cutting drum is equipped with 4 knives, obtaining strips with a width of 0.8-2mm, at a working capacity of 1,000÷2,000 kg/h. For the chopping of stalks are used all the 8 knives, obtaining thickness between 0.1÷0.5 mm, at a working capacity of 150÷200 kg/h. The engine speed can be varied by means of a frequency converter. The machine is equipped with a knives sharpener [8].

The company *Timatic* (Italy) made the chipper HerbCut (fig.11), designed for shredding of medicinal and aromatic plants, herbs, vegetables, fruits and other vegetable products, fresh or dried. [9]

The product is conveyed to the hopper by means of a conveyor belt actuated by rollers, so that the material is oriented properly when it reaches the guillotine type knife. The removable knife, with a length of 30 cm and inclined at a certain cutting angle, has a plane parallel movement from top to bottom, in the desired rhythm, in order to ensure the proper sizing of the resulting material.

Firma *HK Rongchine Trading Co., Ltd* (China) produce o tocatoare de mare viteză, (modelul QYJ-1000 - fig.10) destinată marunțirii plantelor medicinale și a frunzelor de tutun cu ajutorul unei tobe cilindrice, pe care sunt montate 4 sau 8 cutite. Caracteristicile tehnice sunt:

Dimensiuni de gabarit:..... 2330x950x1900mm;
Putere motor acționare transportor:..... 2,2 kW;
Putere motor principal:..... 5,5 kW;
Frecvența de rotație toba de tocare:..... 440 min⁻¹;
Dimensiuni gură de tăiere (l×h):..... 280x54 mm;
Tensiunea de alimentare:.....380V;
Număr de cuțite:.....4 sau 8;
Masa:.....1400 kg.

Pentru tocarea frunzelor toba de tăiere este dotată cu 4 cutite, obținându-se se fâșii cu lățimea de 0,8-2mm, la o capacitate de lucru de 1.000÷2.000 kg/h. Pentru tocarea tulpinilor se folosesc toate cele 8 cutite, obținându-se grosimi între 0,1÷0,5 mm, la o capacitate de lucru de 150÷200 kg/h. Turatia motorului poate fi variată cu ajutorul unui convertizor de frecvență. Masina este dotată și cu un sistem de ascuțit cutite [8].

Firma *Timatic* (Italia) realizează masina de tocat HerbCut (fig.11), destinată mărunțirii plantelor medicinale și aromatice, ierburilor, legumelor, fructelor și altor produse vegetale, proaspete sau uscate. [9]

Produsul este transportat spre gura de alimentare prin intermediul unei benzi transportoare acționată de rând, astfel că materialul este orientat corespunzător atunci când ajunge în dreptul cuțitului de tip ghilotină. Cuțitul detașabil, cu o lungime de 30 cm și inclinat la un anumit unghi de tăiere, are o mișcare plan paralela de sus în jos, în ritmul dorit, pentru a asigura dimensionarea potrivită a materialului rezultat.



Fig. 10 - The chipper model QYJ- [8]



Fig. 11 - HerbCut Model TS 1340 [9]

Thanks to the automated command and control that endows the equipment, can be adjusted and programmed: feeding with material, the cutting length or the time of operation. The shredded material is discharged into a collection chamber, portable, on wheels. The equipment is made entirely of stainless steel, being equipped with removable protective devices, which provide the easy access for cleaning and maintenance. Safety magnetic sensors command the stopping of the operation, if the protectors are not fixed to their positions.

HerbCut has the following technical characteristics [9]:

- Power supply: 220/240 V in single phase system, or 380/415 in three phase system (also available with 110V);
- Power:.....0.37 kW;
- Advance speed:.....0.5 m/ s⁻¹;
- Cutting time:.....0.5 s;
- Cutting mouth dimensions (l×h):..... 300×40 mm;
- The length of the cuts:..... adjustable between 6...40 mm;
- Production capacity:..... dried material: 80÷130 kg /h;
fresh material: 130÷400 kg /h;
- Overall dimensions (L×l×h):.....145x56x110 cm;
- Mass:.....75 kg.

The company *Mc Swiat S.C.* (Poland) produces shredders using the special system with 2 cylinders, previously presented. The equipment is designed for shredding the aromatic and medicinal plants (leaves and herba), tobacco leaves, pastes leaves and medicinal plants (leaves and herba), etc.. They can be operated manually or electrically.

The T160 model (fig. 12) is a professional hand machine designed for shredding tobacco leaves and medicinal plants which are cut into strips of about 1 mm. Working width of the machine (the length of cylinders) is of 160 mm. The shaft diameter is of 21.5 mm. The knives and the grooved cylinder conjugate are made of stainless steel, as the whole machine. It has a rugged construction and stable that used properly, can chop up to several hundreds of kilograms. The model T100 (fig.12) is a lighter version of this manual machine being made of duralumin, with a weight of only 1.5 Kg. and a working width of 100mm [10]



Fig. 12 - T160 and T100 manual choppers [10]

The model T180 (fig.13) is a professional herb mincer, electrically operated. Used correctly can have a working capacity of 15 kg / h. The working width is of 180 mm. The machine is equipped with two types of cylinders, allowing obtaining of strips with the width of 0.8mm and 1mm. The cylinders are made of high alloy steel with chrome which gives them a high resistance to abrasion. The whole machine is enclosed in a solid casing, ensuring the full security of the user during the operation. For a smooth operation, the machine is equipped with rubber bumpers [11].

The company Anyang Sino-Shon Machinery Co. Ltd (China) produces tobacco choppers (fig. 14) for shredding of tobacco leaves, of tea leaves, of ginkgo leaves, of medicinal plants leaves etc. The knives rotation frequency can be varied by means of a frequency converter.

The technical characteristics of the machine are [12]:

Datorită sistemului automat de comandă și control, cu care este dotat echipamentul, se pot regla și programa: alimentarea cu material, lungimea de tăiere sau timpul de funcționare. Materialul tocat este descărcat într-un compartiment de colectare, portabil, pe roți. Echipamentul este construit în întregime din oțel inoxidabil, fiind dotat cu aparatori de protecție detașabile, ce asigură accesul facil pentru curățare și întreținere. Senzori magnetici de siguranță comandă oprirea funcționării, dacă aparaturile nu sunt fixate pe pozițiile lor.

HerbCut are următoarele caracteristici tehnice [9]:

- Tensiune de alimentare: 220/240 V în sistem monofazat, sau 380/415 în sistem trifazat (disponibil și cu110V);
- Putere:.....0,37 kW;
- Viteză de avans:.....0,5 m/ s⁻¹;
- Timp de taiere:.....0,5 s;
- Dimensiuni gura de tăiere (l×h):.....300x40 mm;
- Lungimea bucăților tăiate:.....reglabila între 6...40 mm;
- Capacitatea de producție:...material uscat: 80÷130 kg /h;
material proaspăt: 130÷400 kg /h;
- Dimensiuni de gabarit (Lxlxh):.....145x56x110 cm;
- Masa:.....75 kg.

Firma *Mc Swiat S.C.* (Polonia) produce tocatori care utilizează sistemul special cu 2 cilindri, prezentat anterior. Echipamentele sunt destinate tocării plantelor medicinale și aromatice (frunze și herba), frunzelor de tutun, pastelor etc. Ele pot fi acționate manual sau electric.

Modelul T160 (fig. 12) este o mașină manuală profesională destinată tocării frunzelor de tutun și plantelor medicinale (frunze și herba), care sunt tăiate în fasii de aproximativ 1 mm. Lățimea de lucru a mașinii (lungimea cilindrilor) este de 160 mm. Diametrul axului este de 21,5 mm. Cutitele și cilindrul canelat conjugat sunt realizate din oțel inoxidabil, ca întreaga mașină. Aceasta are o construcție robustă și stabilă încât utilizată corect, poate toca până la câteva sute de kilograme. Modelul T100 (fig.12) este o variantă mai ușoară a acestei mașini manuale fiind realizat din duralumin, având o masă de numai 1,5 kg. și o lățime de lucru de 100mm [10].



Fig. 13 - T180 Electrical Chopper [11]

Modelul T180 (fig.13) este o mașină de tocat ierburi profesională, acționată electric. Utilizată corect poate avea o capacitate de lucru de 15 kg/h. Lățimea de lucru este de 180 mm. Mașina este dotată cu două variante de cilindri, care permit obținerea unor fasii cu lățime de 0,8mm și de 1mm. Cilindrii sunt confecționați din oțel înalt aliat cu crom care le conferă o rezistență ridicată la abraziune. Întreaga mașină este închisă într-o carcasă solidă, asigurând deplină securitate a utilizatorului în timpul funcționării. Pentru o funcționare lină, mașina este dotată cu amortizoare de cauciuc [11].

Firma *Anyang Sino-Shon Machinery Co.Ltd* (China) produce mașini de tocat tutun (fig.14) destinate tocării frunzelor de tutun, frunzelor de ceai, frunzelor de ginkgo, frunzelor de plante medicinale etc. Frecvența de rotație a cutitelor poate fi variată cu ajutorul unui convertizor de frecvență.

Caracteristicile tehnice ale mașinii sunt [12]:

- Driving engine power.....	1.5 kW;
- Power supply.....	380 V;
- Width of strips.....	1mm;
- Working Capacity:.....	1000kg/zi;
- Number of knives :.....	10 sets;
- Length of knives:.....	300mm;
- The knives rotation frequency:.....	0- 285min ⁻¹ ;
- Overall dimensions:.....	780 x 650 x 925mm;
- Mass:.....	180 kg.



Fig. 14 - Tobacco grinder [12]

-Putere motor de actionare:.....	1,5 kW;
-Tensiune de alimentare:.....	380 V;
-Latimea fasilor:.....	1mm;
-Capacitate de lucru:.....	1000kg/zi;
-Număr de cutite :.....	10 seturi;
-Lungime cutite:.....	300mm;
-Frecvența de rotație a cutitelor:.....	0- 285min ⁻¹ ;
-Dimensiuni de gabarit:.....	780 x 650 x 925mm;
-Masa:.....	180 kg.



Fig. 15 - Forages chopper TF - 2 [13]

The company SC PROPAL INVEST SRL, Piatra-Neamț, România, produces forage choppers. The machine of figure 15 is intended for the production of feedingstuffs from cobs / straws etc. necessary in animal nutrition. It can also be used for chopping of: tillers, stalks - strains of technical plants, medicinal plants, vegetables etc. The equipment is used together with a hammer mill in the tea industry. Is equipped with auto-feed system, of claw type". The product has cut lengths of about 5-10 mm, depending on the number of knives. The equipment is made of stainless steel, in the case of specific applications of medicines or food industry [13].

The technical characteristics of the chopper TF - 22 are:

- productivity:.....	approx 300 kg h ⁻¹ ;
- Electric motor driving:.....	2.2 kW x 1500 min ⁻¹ ;
- Power supply:.....	230 V;
- number of knives:.....	3 pcs;
- number of porting-knives.....	1;
- overall dimensions:.....	approx. 1000 × 600 × 900 mm;
- mass:.....	approx. 125 kg.

From this analysis it is found that the chippers are equipment with a quite complex construction, some of the assemblies requiring a particular precision, and for some components, the cutting ones especially, it requires the use of special steels, elements that are found in the cost price.

On the other hand, the choppers for medicinal and aromatic plants belong to the profile companies endowment, because the quality conditions imposed to the finished product represents a reflection of the quality of all operations at which has been subjected the vegetal material, starting with the harvesting.

Due to the multitude of factors involved in the the chopping of medicinal and aromatic plants, its theoretical and practical study designed to optimizing it, continues to be a challenge for specialists. In this case, finding the most appropriate ways of driving the knife, sitting angles or of cutting of it, feeding systems etc., in order to reduce the energy consumption, of increase the quality of the finished product, of the productivity etc. is made mandatory in the context of minimum losses from the content of active principles of the vegetal material.

Firma SC PROPAL INVEST SRL, Piatra-Neamț, România, produce tocători de furaje. Utilajul din figura 15 este destinat obținerii de furaje din cocieni/ paie etc. necesare hranei animalelor. De asemenea poate fi utilizat la tocare de: lăstari, vrejuri - tulpini de plante tehnice, plante medicinale, legume etc. se utilizează împreună cu o moară cu ciocanele în industria ceaiurilor. Este dotat cu sistem de auto-alimentare, "tip greifer". Produsul debitat are lungimi de aproximativ 5-10 mm, în funcție de numărul de cutite. Utilajul se execută din oțel inoxidabil, în cazul aplicațiilor specifice industriei de medicamente sau alimentare [13].

Caracteristicile tehnice ale tocatorei TF - 22 sunt:

- productivitate:.....	cca. 300 kg h ⁻¹ ;
- acționare motor electric:.....	2,2 kW x 1500 min ⁻¹ ;
- tensiunea de alimentare:.....	230 V;
- număr cuțite:.....	3 buc;
- număr portcuțite :.....	1;
- dimensiuni de gabarit:.....	cca. 1000 x 600 x 900 mm;
- masa: cca.....	cca. 125 kg.

Din aceasta analiza se constata ca tocatorele sunt echipamente cu o constructie destul de complexa, unele dintre ansambluri necesitand o precizie deosebita, iar pentru unele componente, mai ales cele de taiere, se impune utilizarea oțelurilor speciale, elemente ce se regasesc în prețul de cost.

Pe de alta parte, tocatorele pentru plante medicinale si aromatice fac parte din dotarea companiilor de profil, deoarece condițiile de calitate impuse produsului finit reprezinta o reflectare a calității tuturor operațiilor la care a fost supus materialul vegetal, începând cu recoltarea.

Datorita multitudinii de factori ce intervin în procesul de tocare al plantelor medicinale si aromatice, studiul teoretic si practic al acestuia în vederea optimizării, continua sa reprezinte o provocare pentru specialisti. În acest caz, gasirea celor mai adecvate modalitati de actionare ale cutitului, unghiuri de asezare sau de taiere ale acestuia, sisteme de alimentare etc., în vederea reducerii consumului de energie, a creșterii calitatii produsului finit, a productivitatii etc. se realizeaza obligatoriu în contextul unor pierderi minime din continutul de principii active al materialului vegetal.

REFERENCES

- [1]. Caba I.L. & col. (2013) - *The analysis of the cutter profile in slide cutting at fodder self-loading trailers*, INMATEH – AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol.40, Bucharest;
- [2]. Caba I.L. & col. (2013) - *Researches on improvement of working process of fibrous forages shredding parts*, INMATEH - – AGRICULTURAL ENGINEERING Vol.39, Bucharest;
- [3]. Neculăiaș V., Dănilă I. (1995) - *Working processes and agricultural harvesting machines*, Publishing House A92, Iași;
- [4]. Öztekin S., Martinov M. (2007) - *Medicinal and aromatic crops – Harvesting, Drying*, Processing Haworth Food & Agricultural Product PressTM, New York;
- [5]. Thompson M. (2007) - *Course Notes: Material size reduction equipment*, Lower Danube University, Galați;
- [6.] www.winicker-lieber.de/en/products/cutting_machines;
- [7]. www.alibaba.com/product-detail/High-quality-and-best-price-Food_431342517.html;
- [8]. www.made-in-china.com/showroom/rc-tobacco/product-detail0MRJytPEaCcY/China-High-Speed-Herb-Tobacco-Cut-Machine-QYJ-1000-.html;
- [9]. www.timatic.it/download/Timatic_ENG-herbCut.pdf;
- [10]. www.weiku.com/products/7756103/Tobacco_hand_machine_Tobacco_cuter.html;
- [11]. www.weiku.com/products/7756101/Tobacco_electric_machine_Tobacco_cutter.html;
- [12]. sino-shon.sell.everychina.com/p-97555783-tobacco-cutting-machine-used-for-cutting-tobacco-leaf-tea-leaf-with-small-volume.html;
- [13]. www.moara-de-porumb.ro/Tocatori-de-furaje.php;

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Caba I.L. & col. (2013) - *Determinarea profilului cutitului la remorcile autoincarcatoare furaje fibroase la taiere cu alunecare*, INMATEH – AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol.40, Bucuresti;
- [2]. Caba I.L. & col. (2013) - *Cercetari privind imbunatatirea procesului de lucru al organelor de maruntit furaje fibroase*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol.39, Bucuresti;
- [3]. Neculăiaș V., Dănilă I. (1995) - *Procese de lucru și mașini agricole de recoltat*, Editura A92, Iași;
- [4]. Öztekin S. Martinov M. (2007) - *Culturi de plante medicinale si aromatice - Recoltare, Uscare, Procesare*, Trustul de Presă Haworth Agricultură & Alimentație, New York;
- [5]. Thompson M. (2007) - *Note de curs: Utilaje pentru reducerea dimensiunilor materialelor*, Universitatea Dunarea de Jos, Galați;
- [6]. www.winicker-lieber.de/en/products/cutting_machines;
- [7]. www.alibaba.com/product-detail/High-quality-and-best-price-Food_431342517.html;
- [8]. www.made-in-china.com/showroom/rc-tobacco/product-detail0MRJytPEaCcY/China-High-Speed-Herb-Tobacco-Cut-Machine-QYJ-1000-.html;
- [9]. www.timatic.it/download/Timatic_ENG-herbCut.pdf;
- [10]. www.weiku.com/products/7756103/Tobacco_hand_machine_Tobacco_cuter.html;
- [11]. www.weiku.com/products/7756101/Tobacco_electric_machine_Tobacco_cutter.html;
- [12]. sino-shon.sell.everychina.com/p-97555783-tobacco-cutting-machine-used-for-cutting-tobacco-leaf-tea-leaf-with-small-volume.html;
- [13]. www.moara-de-porumb.ro/Tocatori-de-furaje.php;

OPTIMIZATION OF THE ELECTRICITY CONSUMPTION IN INDUSTRIAL BUILDINGS

OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE ENERGIE ELECTRICA AL UNEI HALE INDUSTRIALE

Eng. Pop F., Eng. Marian M.
INMA Bucharest / Romania
Tel: 0767731577; E-mail: popflorino@yahoo.com

Abstract: The problem of optimizing the power consumption has emerged as a result of an increase of the energy needs at the same time correlated with increased energy costs, a situation that leads to increased efforts urgently to develop drive systems to work at a power on the optimum performance and therefore with minimal energy consumption.

This is supported nationally by Law no. 199 of 13 November 2000 on the efficient use of energy, which provides extensive action at all levels for this purpose. There are a variety of engineering solutions able to ensure the efficient use of energy, this article trying to point out some of them.

Keywords: power factor, reactive power, reactive energy, capacitor batteries

INTRODUCTION

The main consumers of electricity in Romania are: economy, accounting for 63% - 65% of the total, the population, with a share of 15.7% - 16.5% of total consumption and public lighting, with a share of about 12% of total consumption [1].

Electricity production in Romania during 2000 - 2007 is presented in Table 1.1. and Figure 1.2

Electricity continues to be a growing percentage of final energy consumption, both as a result of the increase in household electrical appliances and services, and as a result of using common industrial production processes based on electricity.

It is estimated that electricity production will be an increasing trend of 2-3%, while the production of heat energy will keep the downward in recent years due to the transition from centralized to the individual heating.

For next year, the main strategic objective in terms of energy is to promote energy production based on renewable resources, so the share of electricity produced from these sources, the total gross electricity consumption to be 33% in 2010, 35 % in 2015 and 38% in 2020. From the gross domestic energy consumption, 11% was provided from renewable sources in 2010 [2].

Rezumat: Problema optimizării consumului de energie electrică s-a impus ca urmare a tendinței de creștere a necesarului de energie corelată în același timp cu creșterea costurilor energiei, situație care duce în mod imperios la eforturi sporite de a dezvolta sisteme de acționare care să lucreze la o putere dată cu un randament optim și deci cu un consum minim de energie.

Aceasta este susținută pe plan național de Legea nr. 199 din 13 noiembrie 2000 privind utilizarea eficientă a energiei, care prevede acțiuni ample la toate nivelurile în acest scop. Există o varietate de soluții ingineresti capabile să asigure o utilizare eficientă a energiei electrice, în articolul de față punctându-se unele din acestea.

Cuvinte cheie: factor de putere, putere reactivă, energie reactivă, baterii de condensatoare

INTRODUCERE

Principalii consumatori de energie electrică din România sunt: economia, cu o pondere de 63% - 65% din consumul total, populația, cu ponderea de 15,7% - 16,5% din consumul total și iluminatul public, cu o pondere de aproximativ 12% din consumul total [1].

Producția de energie electrică a României în perioada 2000 - 2007 este prezentată în tabelul 1.1. și în figura 1.2

Energia electrică continuă să reprezinte un procent tot mai mare din consumul final de energie, atât ca rezultat al creșterii numărului de aparate electrice în domeniul casnic și al serviciilor, cât și ca rezultat al utilizării mai frecvente a proceselor de producție industriale bazate pe energie electrică.

Se estimează că producția de energie electrică va avea o tendință de creștere de 2 - 3%, în timp ce producția de energie termică va păstra cursul descendent din ultimii ani, datorită trecerii, de la sistemul centralizat, la cel individual de încălzire.

Pentru următorii ani, principalul obiectiv strategic în ceea ce privește energia este promovarea producerii energiei pe baza de resurse regenerabile, astfel încât ponderea energiei electrice produse din aceste surse, în totalul consumului brut de energie electrică, să fie de 33% în anul 2010, 35% în anul 2015 și 38% în anul 2020. Din consumul intern brut de energie, 11% a fost asigurat din surse regenerabile în anul 2010 [2].

Table 1

Electricity production in the period 2000 – 2008 [4]

Production of electricity	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total (mil. kWh)	51.935	53.866	54.935	56.645	56.482	59.413	62.696	61.673	64.956
Thermo electric	37.157	38.943	38.889	43.386	39.969	39.206	44.341	45.704	47.755
Hydro electric	14.778	14.923	16.046	13.259	16.513	20.207	18.355	15.969	17.201
Per capital (kWh)	2.315	2.404	2.521	2.606	2.606	2.748	2.905	2.864	3.021

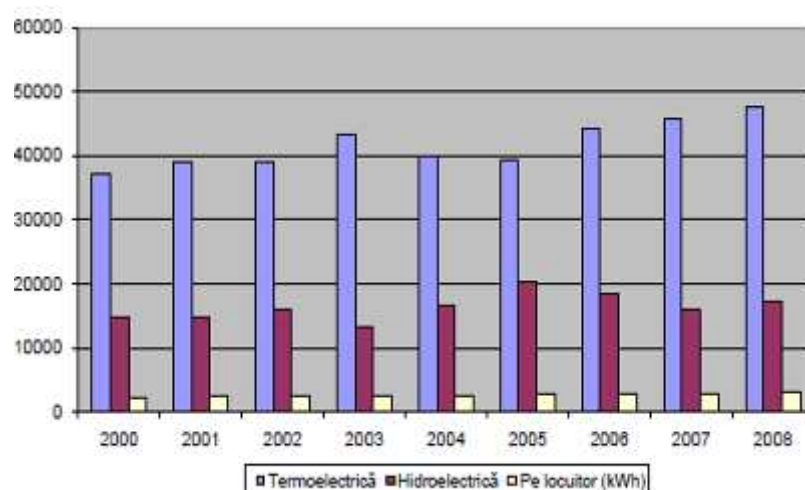


Fig. 1 - The production of electricity, 2000-2008 [4]

MATERIALS AND METHODS

The directive 2006/32 / EC on efficiency of end-used energy and energy services, provides, in accordance with Art. 14 (2) that the EU member states commit to reduce final energy consumption by at least 9% in a period of nine years (2008-2016) compared to the average consumption in recent years for which data are available.

Romania intermediary target for 2012 was 940 thousand toe, which corresponds to 4.5% out of the average of recent years.

In determining the target the potential for energy savings in Romania, on the economic sectors in the scope of the Directive. 2006/32 / EC on efficiency end-used energy and energy services has been taken into account.

MATERIALE ȘI METODĂ

Directiva nr. 2006/32/CE privind eficiența energetică la utilizatorii finali și serviciile energetice, prevede, în conformitate cu prevederile art. 14(2), că statele membre UE se angajează să realizeze reducerea consumului de energie finală cu cel puțin 9% într-o perioadă de nouă ani (2008 - 2016) comparativ cu media consumului din ultimii ani pentru care există date disponibile.

Ținta intermediară stabilită pentru România pentru anul 2012 a fost de 940 mii tep, ceea ce corespunde unui procent de 4,5 % din media ultimilor ani.

La stabilirea țintei s-a avut în vedere potențialul de economii de energie din România, pe sectoarele economiei din sfera de acțiune a Directivei nr. 2006/32/CE privind eficiența energetică la utilizatorii finali și serviciile energetice.

The national target for energy saving

Target of 9% energy savings by 2016 (thousand toe)	1.876*
Energy saving target adopted by Romania in 2016 (thousand toe)	2.800**
Intermediate target for 2010 (thousand toe)	940

Source: First National Action Plan for Energy Efficiency 2007-2010

* Minimum under Directive 2006/32 / EC

** 13.5% of the average consumption from 2001 to 2005 and 1.5% annually

*** 4.5% of average consumption from 2001 to 2005 and 1.5% annually

In this respect, there will be adopted various energy efficiency measures, among which the purchase of equipment from the lists containing specifications on energy efficiency, minimal cost analysis, life cycle, or comparable methods to ensure cost effectiveness.

This article aims to define a solution proposal based on electrical driving devices with increased energy efficiency, meeting energy goals outlined at national and EU level.

RESULTS

Optimization of energy consumption

• Reactive power compensation

Power factor is of particular interest for both electricity producer and the carrier, supplier and end user because it affects the performance and costs of electricity supply. In AC circuits we meet three types of power:

- Apparent power ($S = U \cdot I$) - allows the user to determine the boundaries of a facility;
- Active power $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ - is the electrical power that can be converted into useful power;
- Reactive power, $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ is accompanying

In acest sens, se vor adopta diverse masuri in domeniul eficientei energetice, intre care si achizitionarea de echipamente pe baza listelor ce contin specificatiile privind eficienta energetica, analiza costului minim, durata ciclului de viata, sau metode comparabile, pentru a asigura rentabilitatea.

Articolul de față se dorește a veni cu o propunere de soluție bazată pe echipamente electrice de acționare cu o eficiența energetică sporită, venind în întâmpinarea obiectivelor energetice trasate pe plan național și la nivelul UE.

REZULTATE

Optimizarea consumului de energie

• Compensarea puterii reactive

Factorul de putere prezintă un interes deosebit atât pentru producătorul de energie electrică, cât și pentru transportator, furnizor și utilizatorul final, deoarece el influențează performanța și costurile de furnizare a energiei electrice. În circuitele de curent alternativ întâlnim trei tipuri de puteri:

- Puterea aparentă ($S = U \cdot I$) - permite determinarea limitelor de utilizare a unei instalații;
- Puterea activă, $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ - reprezintă puterea electrică ce poate fi transformată în putere utilă;
- Puterea reactivă, $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ însoțește transportul,

transmission, distribution and consumption of active power.

The ratio of active power (P) and apparent power (S) is the power factor and is equal to the cosine of the phase angle between voltage and current being able to vary between: 0-1.

Operation with low power factor has unfavorable economic effects being taken into account in determining the tariff for electricity consumption.

• **Reasons of power factor decreasing (reactive power consumption growth)**

Active power consumption is specific to many electric cars, but also aerial electric lines as follows:

- Electric motors: the idling motors increases reactive power consumption;
- Transformers: overhead lines consume reactive power due to their inductance, or because of their ability to generate reactive power to the ground. Reduce consumption of reactive power by electric cars, is obtained by careful use of them so that they should be loaded at a power of at least 0.75 out of their nominal power, as follows:
 - replacing motors and transformers derated with engines or smaller power transformers, load as close as to full load;
 - discontinuing operation for extended engine idling more than 10 seconds;
 - use synchronous motors to power more than 100 kW, if speed adjustment is required.

Currently, the power required by the power system enterprises is increasingly higher. Consequently, the problem of power factor is very important. If a new installation is designed taking all measures for the power factor to be as high as possible, the facility will be more economical (section of conductors smaller, transformer power less) [3].

Increasing power factor or, as they say, improving the power factor for a given installation will result in reducing the total current absorbed and thereby the ability to connect new receptors to the same network.

Improving the power factor can be done in two ways:

- The organizational measures, with which the power factor is increased without any investment;
- The production of reactive power on site through the use of specialized sources of reactive power.

The main source of reactive power consumption is given by the use of motors and transformers under low load.

Reactive power compensation methods:

- Individual: installing capacitor (battery) beside each individual handset;
- Centralized: installing capacitors in the main transformer station of company.

Minimum power factor that consumer must ensure at the point of separation of provider network not to pay reactive energy consumed is called neutral; it is set at 0.92.

Reducing the negative effects of power factor is also performed by the use of equipment of automatic reactive power compensation, made of the following basic components:

- Compensation capacitors;
- Contactor connection / disconnection of capacitors;
- Power factor controller.

Compensation is achieved by constantly calculating the reactive power consumed based on direct measurement of voltage phase / line voltage and phase using an external current transformer. Depending on the

distribuția și consumul de putere activă.

Raportul între puterea activă (P) și puterea aparentă (S) reprezintă *factor de putere* și este egal cu cosinusul unghiului de defazaj dintre tensiune și curent, putând varia în intervalul: 0 - 1.

Funcționarea cu un factor de putere redus are efecte economice nefavorabile, fiind luat în considerare la stabilirea tarifului pentru energia electrică consumată.

• **Cauzele scăderii factorului de putere (creșterea consumului de putere reactivă)**

Consumul de putere activă și putere reactivă este specific multor mașini electrice, dar și liniilor electrice aeriene, astfel:

- Motoare electrice: prin funcționarea în gol a motoarelor asincrone crește consumul de putere reactivă;
- Transformatoarele electrice: *liniile electrice aeriene* pot consuma putere reactivă datorită inductanței proprii, sau poate genera putere reactivă datorită capacității lor față de pământ. Reducerea consumului de putere reactivă de către mașinile electrice, se obține prin utilizarea rațională a acestora, astfel încât să fie încărcate la o putere de cel puțin 0,75 din puterea lor nominală, astfel:
 - înlocuirea motoarelor și transformatoarelor subîncărcate cu motoare sau transformatoare de putere mai mică, încărcate cât mai aproape de sarcina nominală;
 - întreruperea funcționării motorului pentru durate de mers în gol mai mari de 10 s;
 - folosirea motoarelor sincrone la puteri peste 100 kW, dacă nu este necesară reglarea turatiei.

În prezent, puterile cerute de întreprinderi de la sistemul energetic sunt din ce în ce mai mari. În consecință, problema factorului de putere are o importanță deosebită. În cazul unei instalații noi proiectate, luând toate măsurile ca factorul de putere să fie cât mai mare, instalația proiectată va fi mai economică (secțiunea conductoarelor mai mică, puterea postului de transformare mai mică) [3].

Marirea factorului de putere sau, cum se spune, îmbunătățirea factorului de putere pentru o instalație dată va duce la micșorarea curentului total absorbit și prin aceasta, la posibilitatea de a conecta noi receptori la aceeași rețea.

Îmbunătățirea factorului de putere se poate face pe două căi:

- Prin măsuri organizatorice, cu ajutorul cărora factorul de putere este marit fără nici un fel de investiții;
- Prin producerea puterii reactive la fața locului prin utilizarea unor surse specializate de putere reactivă.

Sursa principală a consumului de putere reactivă este data de utilizarea motoarelor asincrone și a transformatoarelor în regim de încărcare redusă.

Metode de compensare a puterii reactive:

- Individual: instalând condensatoare (baterii) lângă fiecare receptor în parte;
- Centralizat: instalând bateria de condensatoare în stația de transformare principală a întreprinderii.

Factorul de putere minim pe care trebuie să-l asigure consumatorul la punctul de delimitare cu rețeaua furnizorului pentru a nu plăti energia reactivă consumată se numește neutral; este stabilit la 0,92.

Reducerea efectelor negative ale factorului de putere se face și prin utilizarea echipamentelor de compensare automată a energiei reactive, realizate cu următoarele componente de bază:

- condensatoare de compensare;
- contactoare de conectare/deconectare ale condensatoarelor
- regulatorul factorului de putere.

Compensarea este realizată prin calculul permanent al puterii reactive consumate, pe baza măsurării directe a tensiunii de fază/linie și a curentului de fază cu ajutorul unui transformator de curent extern. În funcție de valoarea calculată a factorului de putere, regulatorul comandă

calculated of power factor the controller commands connection or disconnection of compensation steps according to a predetermined control program.

Main technical characteristics of switchboards of reactive power compensation:

- Nominal:
 - 22.5 ... 100 kVAr in enclosure;
 - 100 ... 300 kVAr in closet;
- Nominal voltage:
 - 230 ... 240 V / 50 ... 60 Hz;
 - 400 ... 415 V / 50 ... 60 Hz;
- Number of control steps:
 - 1 ... 6 Varlogic regulator R6;
 - 1 ... 12 Varlogic regulator R12;
- Dimensions of switchboard :
 - Minimum 500x500x250 mm;
 - Maximum 600x800x2000 mm;
- Operating temperature: 0 ... + 45 grd.C;
- Degree of protection: IP30 ... IP55.

Equipment implemented EETim SA for reactive power compensation:

- Three-pole capacitor modules VarPlusCan / VarPlusBox - Schneider Electric, or Enerlux;
- Power factor controllers Varlogic R6 / Varlogic R12 (Schneider Electric);
- Contactors LC1-DK series (Schneider Electric).

Capacitor shows the advantages:

- Specific small and constant losses (about 2...5 W / kVAr);
- Possibility of decentralized installing ;
- Limited mounting space;
- Relatively small weight;
- No moving parts;
- Ease of removal and replacement.

The choice of reactive power compensation by capacitor batteries of high or low voltage depends on local conditions and the needs of the power system network to operate or consumer facilities .

An efficient solution for optimizing power consumption is the use of centralized power factor compensation, and in this case the capacitor will be provided with opportunities to connect and disconnect from the network step by step, preferably with automatic switching based on reactive power to be compensated.

At consumers with their own transformation stations, the first step will be designed for a capacitive current lower than idle current of the transformer.

Up to voltages of 500 V, all sections are connected in shunt capacitors for each phase. Capacitor will be provided with special protection devices against overvoltage, ground wire or environmental temperature increases.

The reactive power produced by the capacitor batteries is adjusted by varying the speed of the number of capacitors in use, using contactors. Contactor control can be operated manually or automatically.

Automatic adjustment capacity into operation capacitor according to reactive power can be achieved using a "reactive power limiter" which works on the principle of single phase reactive power meter.

The torque limiter is proportional to the measured reactive power and acts on a camshaft. It produces close or open circuit control relays or contactors that place in or out of circuit capacitors of certain powers.

I will present power factor correction by capacitor banks ordered by automatic regulators.

This is the most effective solution to optimize electricity consumption by power factor.

Automatic command of capacitor stage switching is

introducerea sau scoaterea din circuit a treptelor de compensare, dupa un program de reglare prestabilit.

Caracteristici tehnice principale ale tablourilor electrice de compensare a puterii reactive:

- Putere nominala:
 - 22,5 ...100 kVAr in cofret;
 - 100 ...300 kVAr in dulap;
- Tensiune nominala:
 - 230 ...240 V / 50 ...60 Hz;
 - 400 ...415 V / 50 ...60 Hz;
- Numar de trepte de reglaj:
 - 1 ...6 cu regulator Varlogic R6;
 - 1 ...12 cu regulator Varlogic R12;
- Dimensiuni tablou:
 - minim 500x500x250 mm;
 - maxim 600x800x2000 mm;
- Temperatura de lucru: 0...+45 grd.C;
- Grad de protectie: IP30 ...IP55.

Echipamente implementate de EETim SA pentru compensarea puterii reactive:

- Module tripolare de condensatoare VarPlusCan / VarPlusBox – Schneider Electric, sau Enerlux;
 - Reglatoare de factor de putere Varlogic R6 / Varlogic R12 (Schneider Electric);
 - Contactoare din seria LC1-D-K (Schneider Electric).
- Bateriile de condensatoare prezinta ca avantaje:
- pierderi specifice mici si constante(cca 2...5 W/kVar);
 - posibilitatea montarii descentralizate;
 - spatiu de montare restrans;
 - greutate relativ mica;
 - lipsa partilor in miscare;
 - usurinta demontarii si remontarii.

Alegerea compensarii puterii reactive prin baterii de condensatoare de inalta sau joasa tensiune este in functie de conditiile locale si de necesitatile functionarii retelei sistemului energetic sau instalatiile consumatorului respectiv.

O solutie eficienta pentru optimizarea consumului de energie electrica este folosirea compensarii centralizate a factorului de putere, in acest caz bateria de condensatoare va fi prevazuta cu posibilitati de conectare si deconectare de la retea, in trepte, de preferinta cu comutarea automata in functie de puterea reactiva ce trebuie compensata.

La consumatorii cu posturi de transformare proprii, prima treapta se va dimensiona pentru un curent capaciv mai mic decat curentul de mers in gol al transformatorului.

Până la tensiunile de 500 V, toate sectiile de condensatoare sunt legate in derivatie pe fiecare faza. Bateriile de condensatoare vor fi prevazute cu dispozitive speciale de protectie impotriva supratensiunilor, a punerilor la pamant sau a cresterii temperaturii mediului inconjurator.

Puterea reactiva produsa prin baterii de condensatoare se regleaza prin variatia in trepte a numarului de condensatoare in functiune, cu ajutorul unor contactoare. Contactoarele pentru reglaj pot fi comandate manual sau automat.

Reglarea automata a capacitatii in functiune a bateriilor de condensatoare in functie de puterea reactiva, se poate realiza si cu ajutorul unui "limitator de putere reactiva", care functioneaza pe principiul contorului monofazat de putere reactiva.

Cuplul motor al limitatorului este proportional cu puterea reactiva masurata si actioneaza asupra unui arbore cu came. Acesta produce inchiderea sau deschiderea circuitelor releelor de comanda a contactoarelor care introduc sau scot din circuit condensatoare de anumite puteri.

În continuare voi prezenta compensarea factorului de putere cu ajutorul bateriilor de condensatoare comandate de reglatoare automate.

Aceasta este si cea mai eficienta solutie a optimizarii consumului de energie electrica prin compensarea factorului de putere.

Comanda automata a comutarii treptelor bateriilor de condensatoare se face cu regulatorul automat RA6 (sase trepte sau RA12

made with the automatic RA6 (six steps) -or RA12 (twelve steps). It measures the installation parameters: voltage, current $\cos\phi$ and according to their values it controls introduction or taken out of usage of circuit capacitor steps in the reactive power contactors.

Power factor correction controller is designed to achieve a correct measurement of electrical quantities and to be able to view through alphanumeric characters the measured electrical quantities.

Using digital techniques for filtering of signals, it can separate from other components the sinusoidal harmonic components of voltage and current, on which is measured the phase difference. On the screen of the device appears the size to which reference is made while on the bottom row the corresponding value.

The controller is installed as follows:

- INPUT: line current is measured by a current transformer (CT mounted on phase R) connected to the terminal and line voltage directly to the remaining phases (S and T);
- Output: contacts for command of capacitor steps (6 and 12 contacts for RA6 contacts RA12) are normally open type ND and an alarm contact (which can be set normally closed or normally open-NC-ND independent).

Technical characteristics of the controllers:

- Input on current transformer ammeter, standard / 5A;
- Setting primary current from 5A to 10,000;
- Frequency of 50Hz power;
- Measuring the effective values of voltage and current;
- Setting the power factor $\cos\phi$ from 0.85 capacitive to 0.95 inductive;
- Setting for each battery kvar from 0.1 to 6000;
- Setting the reconnection;
- Display with 16 characters, 2 lines with retrolighting;
- Load contacts 8A, 250Vac;
- Operating temperature 00 - 550C;
- Degree of protection IP41 front; IP54 dome

Power factor correction modules:

For a good flexibility in achieving batteries panels we have proposed modular groups completely independent consisting of: bank of capacitors, contactors and fuse protection; these modules are equipped with connectors for power and control and are installed in metal cabinets endowed themselves with connectors.

This way can be performed panel configurations (Fig. 2). The withdrawable module system offers the advantage of easy replacement in case of failure without the rest of the panel being affected or disconnected from the network.

Total power of the array is equal to the sum of independent modules installed in panel.

(doisprezece trepte). Acesta masoara parametrii instalatiei: tensiune, curent $\cos\phi$ si în functie de valorile acestora comanda introducerea sau scoterea din circuit a treptelor de condensatoare prin intermediul contactoarelor de energie reactiva.

Regulatorul pentru compensarea factorului de putere este proiectat astfel încât sa realizeze o masurare corecta a marimilor electrice si sa se poata vizualiza prin caractere alfa-numerice marimea electrica masurata.

Utilizând tehnici digitale de filtrare a semnalelor, acesta poate separa de celelalte componente armonice componentele sinusoidale ale tensiunii si curentului , pe care este masurata defazarea. Pe ecranul aparatului apare marimea la care se face referinta iar pe rândul de jos valoarea corespunzatoare.

Regulatorul se instaleaza astfel:

- INTRARE: curentul de linie se masoara printr-un transformator de curent (TC montat pe faza R) conectat la borne iar tensiunea de linie direct pe fazele ramase (S si T);
- IESIRE: contacte pentru comanda treptelor bateriilor de condensatoare (6 contate pentru RA6 si 12 contacte pentru RA12) sunt de tip ND-normal deschis si un contact pentru alarma (care se poate seta normal inchis-NÎ sau normal deschis-ND independent).

Caracteristici tehnice ale reguletoarelor:

- intrarea ampermetrica pe transformatorul de curent, standard / 5A;
- setarea curentului primar de la 5A la 10000A;
- frecventa de alimentare 50Hz;
- masurarea valorilor eficace ale tensiunii si curentului;
- setarea factorului de putere $\cos\phi$ de la 0,85 inductiv la 0,95 capacitiv;
- setarea kvar pentru fiecare baterie de la 0,1 la 6000;
- setarea timpului de reconectare;
- ecran cu 16 caractere, 2 rânduri cu retroluminare;
- sarcina contacte 8A, 250V_{ca};
- temperatura de functionare 0° - 55° C;
- grad de protectie frontala IP41; cu calota IP54.

Module pentru compensarea factorului de putere:

Pentru o buna flexibilitate în realizarea tablourilor cu baterii de condensatoare propunem grupuri modulare, complet independente compuse din: baterie de condensatoare, contactoare si sigurante de protectie, aceste module sunt prevazute cu conectori de putere si comanda si se monteaza în dulapuri metalice prevazute la rândul lor cu conectori.

Se pot realiza astfel orice configuratie de tablouri (fig. 2). Sistemul cu module debrosabile ofera avantajul înlocuirii acestuia usor în cazul unui defect fara ca restul tabloului sa fie afectat sau decuplat de la retea.

Puterea totala a tabloului fiind egala cu suma puterilor modulelor independente instalate în tablou.



Fig. 2 - Automatic mode independent (composed of capacitors, contactors, fuses and signal lights) a) panel equipped with four modules, controller and switch RA6; b) Automatic Regulator RA6

CONCLUSIONS

Economically speaking and in terms of functionality by applying reactive power compensation solutions

CONCLUZII:

La nivel economic si din punct de vedere functional prin aplicarea solutiilor de compensare a energiei

proposed in this article it will be get:

- Reduce of electricity consumption by 20-30% by using variable speed shareholders;
- Reducing investment payback in energy savings;
- Increasing automation of technological processes by easy coupling static frequency converters to PLC;
- Implementation of additional protective functions of electric motors fed by inverters;
- Operation at power factor close to 1, which reduces losses in all electricity distribution network;
- Good dynamic control with the possibility of obtaining high speeds, continuously adjustable;
- Elimination of sudden impulses generating mechanisms involved and the failure of motors windings;
- Reducing the wear mechanisms involved due to their operation at speeds lower than rated speed;
- Increasing the life of the engine by its operation at currents lower than the rated current;
- Reducing mechanical losses due to engine operating at speeds lower than the nominal one and iron loss reduction by decreasing frequency; therefore, increases the efficiency of asynchrone motors.

REFERENCES

- [1]. National Statistic Institute (2008) - *Romanian Statistical Yearbook*, 2008;
- [2]. National Statistic Institute (2009) - *Statistical Yearbook of Romania*;
- [3]. Ivaşcu C.E. (1998) - *Automation and protection of power systems*, Academic Horizons Publishing, Timisoara, pg. 3-5. 1998;
- [4]. *** - *Romanian Energy Strategy for the period 2007 – 2020*.

reactive propuse in prezentul articol se va obtine:

- reducerea consumului de energie electrica cu 20-30% prin utilizarea actionarilor cu turatie variabila;
- micşorarea duratei de recuperare a investitiilor din economia de energie;
- cresterea gradului de automatizare a proceselor tehnologice prin cuplarea facila a convertizoarelor statice de frecventa la automate programabile ;
- realizarea unor functii suplimentare de protectie a motoarelor electrice alimentate prin intermediul convertizoarelor;
- functionare la factor de putere apropiat de 1, ceea ce reduce pierderile in ansamblul reţelei de distributie a energiei electrice ;
- dinamica de reglare buna cu posibilitatea de obtinere a unor viteze ridicate, reglabile continuu ;
- eliminarea pomirilor bruste, generatoare de defectiuni ale mecanismelor antrenate si ale bobinajelor motoarelor asincrone ;
- reducerea uzurii mecanismelor antrenate ca urmare a funcţionării acestora la viteze mai mici decat viteza nominala;
- marirea duratei de viata a motorului prin functionarea acestuia la curenti mai mici decat curentul nominal ;
- reducerea pierderilor mecanice in motoare datorita functionării la turatii mai mici decat cea nominala si reducerea pierderilor in fier prin scaderea frecventei; in acest fel creste randamentul motoarelor asincrone.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Institutul National de Statistica (2008) - *Anuarul Statistic al României*;
- [2]. Institutul National de Statistica (2009) - *Anuarul Statistic al României*;
- [3]. Ivaşcu C.E. (1998) - *Automatizari si protectia sistemelor electroenergetice*, Ed. Orizonturi Universitare, Timisoara, pag. 3-5;
- [4]. *** - *Strategia energetică a României pentru perioada 2007 – 2020*.

SECTION 2

ECOLOGY & ENVIRONMENT

RESEARCH ON COPPER IONS REMOVAL FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING ENVIRONMENTAL FRIENDLY NANOMATERIALS

CERCETĂRI PRIVIND ÎNDEPĂRTAREA IONILOR DE CUPRU DIN APA UZATĂ INDUSTRIALĂ UTILIZÂND NANOMATERIALE NEPOLUANTE

Lect. Ph. D. Eng. Covaliu C.¹⁾, Ph. D. Chim. Bunghez I.R.²⁾, Prof. Ph.D. Eng. Biriș S.Șt.¹⁾,
Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G.¹⁾

¹⁾University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania

²⁾INCDCP-ICECHIM Bucharest / Romania

Tel: 0722791791; E-mail: cristina_covaliu@yahoo.com

Abstract: In the context of heavy metals pollution, environmental friendly adsorbents having nanometer size represent an important alternative to conventional wastewater treatment methods from both economical and efficiency points of view. Thus, was evaluated the potential of two nanomaterials (maghemite, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ and its corresponding hybrid, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanine) for copper ions removal from wastewater, at room temperature.

Keywords: wastewater treatment, nanomaterials, heavy metals, copper ions

INTRODUCTION

Industrial wastewater is considered the largest source of water environment pollution.

The increase of industrial activities has conducted to the generation of large volumes of wastewater containing heavy metals which were discharged into rivers and lakes causing serious problems to water environment with negative effects with respect to the ecosystems and humans health. Some of the main sources of pollution with heavy metals are presented in Fig. 1.

The improper treatment applied generally to these wastewaters has lead to the pollution of surface and underground water with various heavy metals like: cadmium, copper, mercury, zinc, nickel, lead, etc.

Copper is used for manufacture of alloys and wires for various industries such as: electrotechnics, electrical, etc. According to statistics, electronics and electrical engineering industries use approximately 60% of the total quantity of copper processed in industry.

Rezumat: În contextul poluării cu metale grele, adsorbanții nepoluante având dimensiuni nanometrice reprezintă o alternativă importantă față de metodele convenționale de epurare a apelor, atât din punct de vedere economic, cât și din punctul de vedere al eficienței. În acest sens, a fost evaluat potențialul a două nanomateriale (maghemită, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ și hibridul corespunzător, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanină) de îndepărtare a ionilor de cupru dintr-o apă uzată, la temperatura camerei.

Cuvinte cheie: epurarea apei, nanomateriale, metale grele, ioni de cupru

INTRODUCERE

Apa uzată industrială este considerată cea mai mare sursă de poluare a mediului acvatic.

Creșterea activităților industriale a generat volume mari de apă uzată cu conținut de metale grele, care, deversate în râuri și în lacuri, au condus la apariția unor probleme grave ale mediului acvatic, cu efecte negative asupra ecosistemelor și a sănătății oamenilor. Câteva dintre sursele principale de poluare cu metale grele sunt prezentate în Fig. 1.

Tratamentul necorespunzător aplicat în general acestor ape uzate a condus la poluarea apei de suprafață și a celei subterane cu diferite metale grele ca, de pildă, cadmiu, cupru, mercur, zinc, nichel, plumb, etc.

Cuprul este utilizat pentru obținerea aliajelor și a firelor pentru multe industrii, ca de exemplu: electrotehnică, electronică etc. Conform statisticilor, industriile electrotehnică și inginerie electrică utilizează circa 60% din cantitatea de cupru procesată în industrie.



Fig. 1 – The main sources of pollution with heavy metals

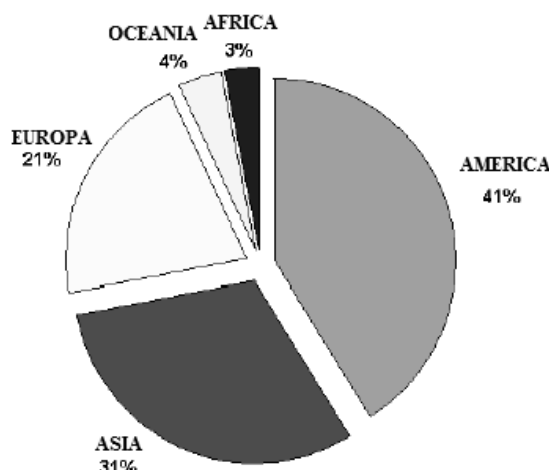


Fig. 2- The distribution of copper production in the world [4]

At a global level, the distribution of copper production is represented in Fig. 2.

Effluents containing copper as pollutant results from various industries such as: mining and metallurgy, explosives manufacturing, pesticides manufacturing, petrochemistry, dyes manufacturing, etc. Other sources of copper pollution are: effluents from tailing and flotation cells, bled electrolyte from electro-refining plant, wastewater treatment plants, acid spillage from sulphuric acid plant, and mine tailing disposal of fly ash, disposal of municipal and industrial waste, etc. [1].

Taking into account the major concern regarding heavy metals toxicity and carcinogenicity and the stringent requirements for removal of heavy metals from industrial wastewater it is necessary the development of efficient, cost-effective and innovative ways of treatment.

As a result of the efforts of researchers over the world in the field of wastewater treatment, have been discovered and developed many technologies with varying degrees of success, but recently studies published have as their primary goal the removal of heavy metals from wastewater using nanomaterials. The adsorption technique for wastewater treatment has become more popular in recent years owing to its efficiency in the removal of pollutants very stable in water and impossible to be decomposed by biological methods.

Among the various technologies for water depollution, adsorption is consider better because of convenience, easy operation and simplicity of design.

Further, this process can remove/minimize different type of pollutants and thus it has a wider applicability in water pollution control. Some general procedures for copper ions removal from wastewater are presented in Table 1.

Sources of heavy metals and their cycling in the ecosystem are presented in Fig. 3. It should be noted that the content of heavy metals generally builds up from up to bottom, indicating the vulnerability of humans to heavy metal toxicity.

In this study were investigated two environmental friendly nanomaterials in order to demonstrate their efficiency as adsorbants for removal of copper ions from wastewater.

La nivel global, distribuția producției de cupru este reprezentată în Fig.2.

Efluenții cu conținut de cupru drept poluant rezultă din diferite industrii, cum ar fi minerit, metalurgie, fabricarea explozibililor, fabricarea pesticidele, petrochimie, industria vopselurilor, etc. Alte surse de poluare sunt efluenții rezultați de la celulele de decantare sau de flotație, electroliții uzați de la electrorafinare, de la stațiile de epurare, de la instalațiile de acid sulfuric, de la depozitarea cenușilor zburătoare provenite din industria minieră, de la depozitarea deșeurilor municipale și industriale [1].

Având în vedere preocuparea majoră legată de toxicitatea metalelor grele și de cerințele stricte referitoare la îndepărtarea metalelor grele din apele uzate industriale, este necesară dezvoltarea unor metode de tratament, care să fie eficiente, economice și noi.

Ca urmare a eforturilor depuse de cercetătorii din întreaga lume, care activează în domeniul epurării apelor, au fost descoperite și dezvoltate mai multe tehnologii de succes în acest sector, dar studii recente au avut ca scop principal eliminarea metalelor grele din apele uzate cu ajutorul nanomaterialelor.

Tehnica bazată pe adsorbție în scopul epurării apelor a devenit mai cunoscută în ultimii ani datorită eficienței sale de îndepărtare a poluanților foarte stabili și imposibil de eliminat prin metode biologice.

Față de alte tehnologii utilizate în scopul depoluării apei, adsorbția este considerată mai bună deoarece implică o proiectare simplă și o operare facilă.

Mai mult decât atât, acest procedeu poate elimina/minimaliza diferiți agenți poluanți, având, astfel, o aplicabilitate mai largă în domeniul controlului poluării apei.

În Tabelul 1 sunt descrise câteva proceduri generale de îndepărtare a ionilor de cupru din apa uzată.

Sursele de metale grele și circuitul lor în ecosistem sunt prezentate în Fig. 3. Se poate remarca tendința de acumulare a conținutului de metale grele de sus în jos; cei mai vulnerabili la acțiunea toxică a metalelor grele fiind oamenii.

În acest articol au fost investigate două nanomateriale nepoluante, în scopul demonstrării eficienței de îndepărtare a ionilor de cupru dintr-o apă uzată.

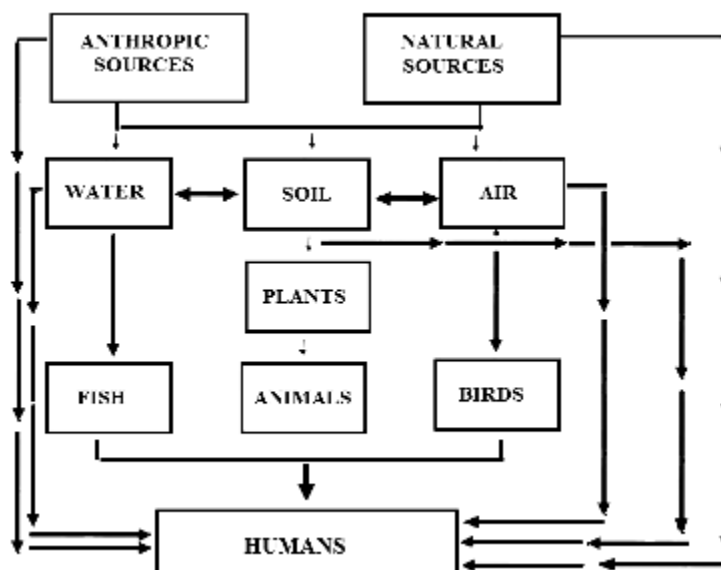


Fig. 3 - The cycle of heavy metals into the the ecosystem components including soil-water-air

Table 1

General procedures for copper ions removal from wastewater

Procedures	Description
1. Precipitation	Is based on the effectively removal from aqueous solution of copper ions with lime as hydroxides according to the following reaction: $\text{Cu}^{2+} + 2(\text{OH})^- \rightarrow \text{M}(\text{OH})_2$ The reaction is influenced by the concentration of the copper ions and the pH of the solution. The precipitation takes place over a range of pH values with the formation of hydrate oxides. This technique is often use in industry for removal of copper ions from solution [5]. Moreover for the precipitation of copper ions could be used several organic compounds [8].
2. Ion exchange	It is used for removal of copper ions from wastewater. It is economical only for recovery of copper and recycling of water in the electroplating processes. Otherwise, it is expensive because involves the regeneration of the resin and the disposal and depollution of large volumes of the solution used for regeneration.
3. Electrochemical reduction (Cementation)	The recovery of copper ions from solution by transformation to its elemental metallic state through electrochemical reduction [6]. An example which describes this procedure is the reaction of copper ions with iron: $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^0 \rightarrow \text{Cu}^0 + \text{Fe}^{2+}$
4. Flotation	One of the most important thing in flotation is the choosing of suitable surfactants. The suitable surfactants have distinct advantages when dealing with large volume of highly contaminated wastes that are quite dilute in the copper ions [8].
5. Solvent extraction	When a substance is transferred from one liquid into another liquid phase form a process is called solvent extraction. The liquid-liquid partition of this process is form in the equilibrium stage. A substance with solvent properties used in a solution of a suitable diluent is named extractant. A substance that is used to dissolve the extractant and improve its physical properties is named diluent. The solvent is formed by the mixing of extractant and diluent together. In usually systems an aqueous solution is mixed with an organic solvent capable of dissolving the substance of the interest.
6. Adsorption	The adsorption process occurs at the interface of an adsorbate (the substance being adsorbed) and an adsorbant or adsorbent (adsorbing material) [7]. The list of adsorbant materials is very wide and contains activated carbon, clay, flyash etc. For copper removal from water some of the adsorbants used are: polyvinyl benzene trimethyl ammonium chloride [9], kaoline and montmorillonite [3] etc.

MATERIALS AND METHODS

The adsorbants used for testing of copper ions removal from wastewater were maghemite, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ and its corresponding hybrid, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanine. Their synthesis and characterization published elsewhere [2].

MATERIALE ȘI METODE

Adsorbantii utilizați pentru testarea îndepărtării ionilor de cupru din apele uzate au fost maghemita, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ și hibridul corespunzător, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanina. Sinteza și caracterizarea lor a fost publicată într-un alt jurnal [2].

Adsorption of copper ions (Cu^{2+}) from wastewater was investigated at different periods of time by using ICP-MS technique.

For the evaluation and comparison of the adsorption capacity of the two studied samples, a synthetic solution of wastewater prepared in the laboratory has been used, having an initial concentration of $1 \text{ g Cu}^{2+} / \text{L}$. The investigations were done at room temperature (25°C).

Wastewater samples were filtered and stored at 4°C . Before ICP-AES analysis, in the samples was added (1ml) HNO_3 . Water samples were analyzed without dilutions.

A Varian Liberty 110 Series spectrometer was used for the ICP-AES analysis.

ICP - AES is a method requiring disaggregation (mineralization) samples. Inductively coupled plasma atomic emission is a source that can be used, in principle, to determine the concentration of elements in the samples. This method has a linearity range spanned 5-6 orders of magnitude, so it can theoretically be used to determine both major components and impurities from the sample.

Samples were nebulized and the aerosol was transported in plasma. Characteristic spectral emission lines are produced by a radio frequency generator inductively coupled plasma (ICP). The spectra are recorded by a spectrometer and the intensity of lines are monitored by detectors. The signals from the detectors are processed and controlled by a computer.

The radiation intensity is proportional to the concentration of each element in the sample and is recalculated using a set of calibration curves in order to obtain directly the measured concentrations.

Standard used for the testing of the copper ions removal from synthetic wastewater was: SR EN ISO 11885-2009 "Water Quality. Determination of selected elements by optical emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-AES). The analyses were recorded using spectrometer ICP-AES Varian Liberty 110.

RESULTS AND DISCUSSION

The adsorption capacity evaluation of the two samples was done by measuring the evolution of copper ions concentrations during 140 min.

For both investigated adsorbants, the values of Cu^{2+} concentration measure during the experiments show a linear evolution, having R^2 values of 0.975 and 0.989, respectively (Fig. 4).

The Cu^{2+} removal efficiency from wastewater of the two studied nanomaterials was calculated using the formula 1: $E_i = [(C_i - C_{f,t}) / C_i] \times 100$

Where:

E_i – Cu^{2+} removal efficiency from wastewater, (%);

C_i – initial concentration of Cu^{2+} in wastewater, (mg/L);

$C_{f,t}$ – final concentration of Cu^{2+} measure at time t, (mg/L).

As can be seen from Fig. 5, the higher efficiency of removal of copper ions from wastewater was obtained for Fe_2O_3 - γ -poly-DL-alanine hybrid nanomaterial. This can be explained by the presence of poly-DL-alanine component in hybrid nanomaterial composition that contributes by its functional groups to the retention of the of copper (Cu^{2+}) from wastewater.

Adsorbția ionilor de cupru (Cu^{2+}) din apele uzate a fost investigată la diferite intervale de timp prin tehnica ICP-MS.

În scopul evaluării și comparării capacității de adsorbție a celor două probe studiate, s-a utilizat o soluție sintetică de apă uzată preparată în laborator, având o concentrație inițială de $1 \text{ g Cu}^{2+} / \text{L}$. Investigările s-au realizat la temperatura camerei (25°C).

Probele de apă uzată au fost filtrate și depozitate la 4°C . Înainte de efectuarea analizei ICP-AES, în probe s-a adăugat (1ml) HNO_3 concentrat. Probele de apă s-au analizat fără a se mai face diluții.

S-a utilizat pentru analizele ICP-AES un spectrometru Varian Liberty 110.

ICP-AES este o metodă ce necesită dezagregarea (mineralizarea) probelor. Plasma cuplată inductiv este o sursă de emisie atomică, ce poate fi utilizată, în principiu, pentru determinarea concentrației elementelor din probe.

Metoda prezintă un domeniu de linearitate întins pe 5-6 ordine de mărime, astfel încât ea poate fi, teoretic, folosită pentru determinarea atât a componentilor majori, cât și a impurităților din probă.

Probele sunt nebulizate, iar aerosolul obținut, transportat în plasmă. Liniile spectrale de emisie caracteristice sunt produse de un generator de radiofrecvență cu plasmă cuplată inductiv (ICP). Spectrele sunt dispersate de un spectrometru, iar intensitățile liniilor, monitorizate de detectori. Semnalele de la detectori sunt procesate și controlate de către un computer.

Intensitatea radiației este proporțională cu concentrația fiecărui element în probă și se recalculează intern dintr-un set de curbe de calibrare pentru a se obține direct concentrațiile măsurate.

Standardul utilizat pentru determinarea îndepărtării ionilor de cupru din apa uzată a fost SR EN ISO 11885-2009 "Calitatea apei. Determinarea elementelor selectate prin spectroscopie de emisie optică cu plasmă cuplată inductiv (ICP-OES)". Analizele au fost înregistrate folosind spectrometru ICP-AES Varian Liberty 110.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Evaluarea capacității de adsorbție a celor două probe s-a realizat prin măsurarea concentrațiilor ionilor de cupru timp de 140 de minute.

Pentru ambele probe de adsorbant investiți, valorile concentrațiilor Cu^{2+} măsurate pe parcursul desfășurării experimentelor prezintă o evoluție liniară, valorile lui R^2 fiind 0.975 și, respectiv, 0.989 (Fig.4).

Eficiența de îndepărtare a Cu^{2+} din apa uzată, pentru cele două nanomateriale studiate, a fost calculată cu formula 1: $E_i = [(C_i - C_{f,t}) / C_i] \times 100$

Unde:

E_i – eficiența de îndepărtare a Cu^{2+} din apa uzată, (%)

C_i – concentrația inițială a Cu^{2+} în apa uzată, (mg/L)

$C_{f,t}$ – concentrația finală a Cu^{2+} înregistrată la timpul t, (mg/L)

După cum se poate observa din Fig. 5, cea mai mare valoare a eficienței de îndepărtare a ionilor cuprului din apa uzată a fost obținută în cazul nanomaterialului hibrid $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanine. Acest lucru se poate explica prin prezența componentei poli-DL-alanine în compoziția nanomaterialului hibrid, care contribuie prin grupările funcționale la reținerea cuprului (Cu^{2+}) din apa uzată.

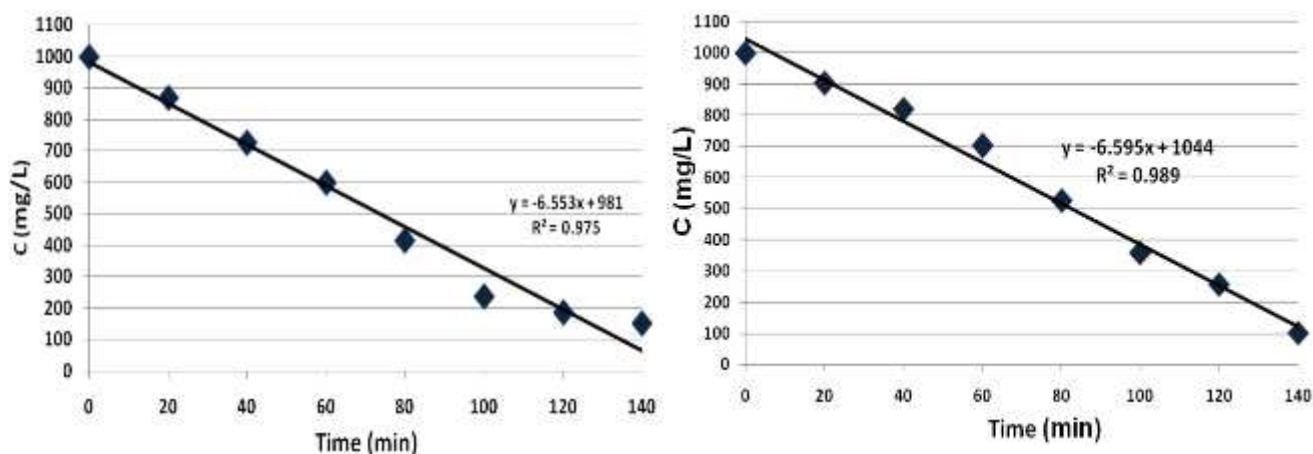


Fig. 4 - Variation of Cu^{2+} concentration values vs. time for $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (a) and $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanine (b)

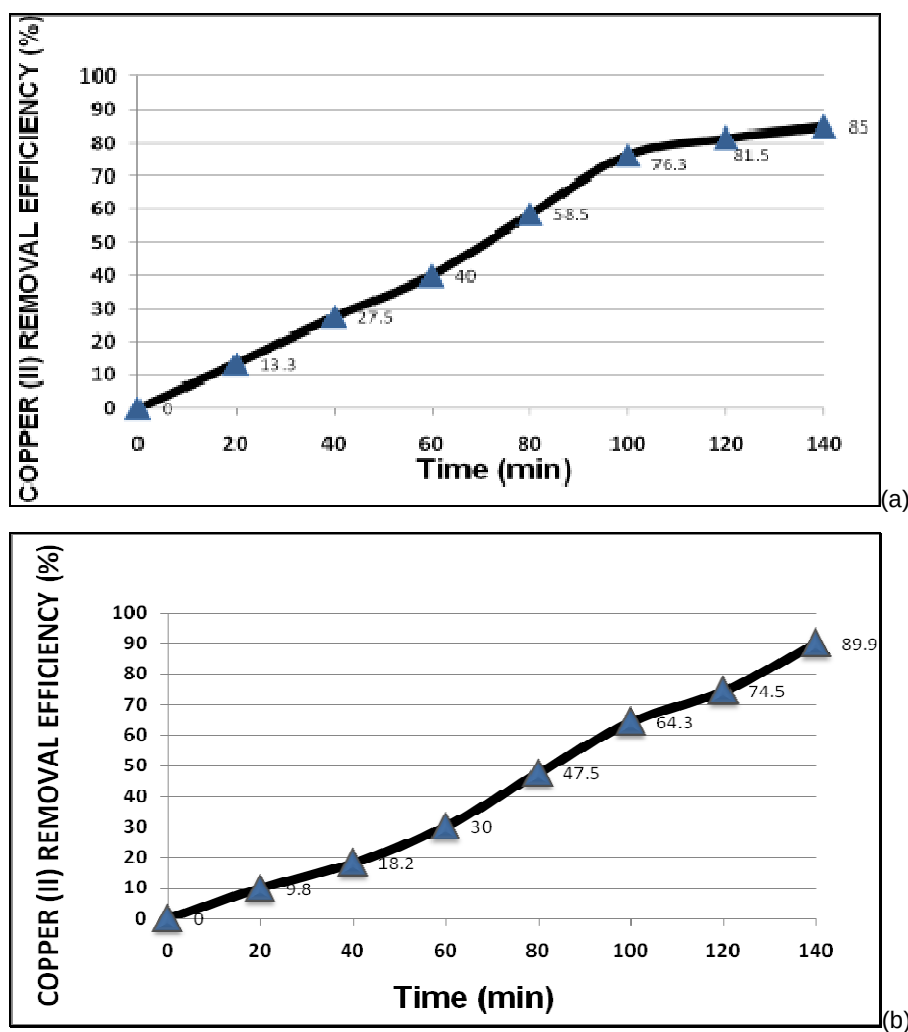


Fig. 5 - Variations of copper (II) removal efficiency (%) vs. time for $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (a) and $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanine (b)

CONCLUSIONS

A new route for removing toxic copper ions from wastewater that is effective, involving reusable and ecofriendly adsorbents has been developed. It implies the using of two nanomaterials: maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) and its corresponding hybrid ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanine) for obtaining 85% and 89% copper ions removal efficiencies from a synthetic wastewater. The behavior of these two adsorbant nanomaterials offers promising perspectives regarding wastewater treatment. Further

CONCLUZII

O nouă metodă eficientă și care constă în utilizarea unor adsorbanti reutilizabili și nepoluanti a fost dezvoltată în scopul îndepărtării ionilor de cupru din apa uzată. Aceasta implică utilizarea a două nanomateriale: maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) și hibridul corespunzător ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ - poli-DL-alanina), în scopul obținerii unor eficiențe de îndepărtare a ionilor de cupru din apa uzată de 85%, respectiv 89%. Comportarea acestora nanomateriale adsorbante oferă perspective promițătoare în ceea ce privește epurarea apelor. Se vor

studies will be done for investigation of the potential of applying these adsorbants for the depollution of wastewater containing other heavy metals.

REFERENCES

- [1]. Bhatia S. C. (2002) - *Handbook of Industrial Pollution Control in Chemical Process and Allied Industries*, (vol. II), New Delhi., pg. 68-69;
- [2]. Covaliu C. I., Paraschiv G., Biriş S.-Şt., Jitaru I., Vasile E., Diamandescu L., Cirkovic Velickovic T., Krstic M., Ioniţă V., Iovu H., Matei E. (2013) - *Maghemite and Poly-dl-alanine Based Core-shell Multifunctional Nanohybrids for Environmental Protection and Biomedicine Applications*, Applied Surface Science, 285, Part A, 86-96;
- [3]. Griffin R.A., Frost R.R., Shimp N.F. (1976) – *Water Research Symposium*, 256-68 (Report). EPA-600/9-76-015;
- [4]. Imre-Lucaci F. (2011)- *Electrochemical procedures of copper recovery from residual waters and solid wastes*, Phd thesis, "Babeş-Bolyai" University, Cluj-Napoca;
- [5]. Moore W. A. (1972) - *Interaction of Heavy Metals and Biological Sewage Treatment Process*, Public Health Service, Cincinnati, Ohio, Pub., no. 99, wp-22;
- [6]. Patterson J. W., Juncuk W.A. (1977) - *Cementation Treatment of Copper in Wastewater*, 32nd Industrial Waste Conference, Perdue University, Proceeding, pg. 853;
- [7]. Shrivastava A. K. (1998) - *Studies on the Pollution of Water by Lead and Other Heavy Metals Being Studies of River Ganga and Varuna River. Water Quality and Special Emphasis on Lead and Other Heavy Metals.*, Ph. D., Thesis, Banaras Hindu University, Varanasi;
- [8]. Thackson E. L. (1980) - *Lead Removal with Adsorbing Colloidal Floatation*, Water Poll. Cont., Fed., 52, pg.317-328;
- [9]. Wing R.E. et al., (1974) - *Starch Based Products in Heavy Metal Removal*, J. Water Poll. Cont. Fed., 46, pg.2043.

efectua studii suplimentare în scopul investigării potenţialului de aplicare a acestor adsorbanti în scopul depoluării apelor uzate care conţin alte metale grele.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bhatia S. C. (2002) - *Manual de control al poluării industriale în procesului chimic şi ale industriilor conexe*, (vol. II), New Delhi., p. 68-69;
- [2]. Covaliu C. I., Paraschiv G., Biriş S.-Şt., Jitaru I., Vasile E., Diamandescu L., Cirkovic Velickovic T., Krstic M., Ioniţă V., Iovu H., Matei E. (2013) – *Nanohibridi multifuncţionali pe bază de maghemită şi poli-dl-alanină pentru aplicaţii în protecţia mediului şi biomedicină*, 285, Part A, 86-96;
- [3]. Griffin R.A., Frost R.R., Shimp N.F. (1976) – *Simpozionul cercetării apei*, 256-68 (Report). EPA-600/9-76-015;
- [4]. Imre-Lucaci F. (2011)- *Procedee electrochimice de recuperare a cuprului din ape reziduale şi din deşeuri solide*, Teză doctorat, Universitatea "Babeş-Bolyai" Cluj-Napoca;
- [5]. Moore W. A. (1972) - *Interaction of Heavy Metals and Biological Sewage Treatment Process*, Public Health Service, Cincinnati, Ohio, Pub., no. 99, wp-22;
- [6]. Patterson J. W., Juncuk W.A. (1977) – *Tratarea cuprului din apele uzate prin cementare*, A 32-a conferinta a deşeurilor industrial, Universitatea Perdue, Proceeding, p. 853;
- [7]. Shrivastava A. K. (1998) – *Studii privind poluarea apei cu plumb şi alte metale grele investigate în râurile Ganga şi Varuna. Calitatea apei cu cercetari axate pe plumbului şi alte metale grele*, teză de doctorat, Universitatea Banaras Hindu, Varanasi;
- [8]. Thackson E. L. (1980) - *Lead Removal with Adsorbing Colloidal Floatation*, Water Poll. Cont., Fed., 52, p.317-328;
- [9]. Wing R.E. et al., (1974) - *Produsele pe bază de amidon utilizate pentru îndepărtarea metalelor grele*, J. Water Poll. Cont. Fed., 46, p.2043.

THE USE OF PELARGONIUM FOR THE REMEDIATION OF ORGANIC CONTAMINATED SOIL

UTILIZAREA PLANTELOR PELARGONIUM PENTRU REMEDIEREA SOLURILOR CONTAMINATE ORGANIC

Lect. Ph.D. Stud. Eng. Istrate I.A.¹⁾, Ph.D. Eng. Rada E.C.²⁾, Prof. Ph.D. Eng. Ragazzi M.²⁾

¹⁾ University Polytechnic of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering/Romania
Tel: 0723542609; E-mail: ia_istrate@yahoo.com

²⁾ University of Trento, Civil Environmental and Mechanical Engineering Department/Italy

Abstract: Soil pollution is considered a very important environmental problem and has been attracting considerable attention over the last decades. One of the main disadvantages is that the physicochemical solutions that could be applied for the removal of the pollutants, involve enormous costs and that is why the companies ignored the problem. Phytoremediation is an emerging technology that uses plants to clean up pollutants in the environment. This is a technology that has a good ratio regarding results/costs, namely positive results have become available depending on the ability of plants to degrade certain organic compounds, and therefore more and more people are getting involved in the phytoremediation of organic contaminants. Phytoremediation of organics appears a very promising technology for the removal of these contaminants from polluted soils. This type of method can remove the contaminant or can store it in the plant.

Keywords: soil treatment, organic pollutant, plants phytoremediation

INTRODUCTION

In the last years there have been more and more cases of organic contamination and the main toxic contaminants were phthalic esters (PAEs), Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs), Polychlorobiphenyls (PCBs), Petroleum Hydrocarbons (PHC), pesticides, etc [1,4,11]. Remediation of organic-polluted soils is becoming an increasing challenge worldwide [4,16]. Phytoremediation is an emerging technology that utilizes plants to clean up organic pollutants and toxic metals in water, sediments, or soils [4,5]. Phytoremediation has been accepted and utilized widely because it is a cost-effective and environmental friendly green technology with permanently removing the pollutants [3,4]. A large number of plant species have been found to be promising candidates for the phytoremediation of organic pollutants [4,10]. In general there are two approaches for the phytoremediation of organic-polluted soils based on the difference in remediative mechanism. First, organic pollutants can be taken up directly by plants, resulting in the sequestration or degradation of pollutants inside of plants [2,4], which is called phytoextraction. Second, organic pollutants can be degraded by plant-secreted enzymes or plant-modified microbial community in rhizosphere [2,4,10], which is called plant-assisted rhizoremediation.

The present paper presents the results obtained during a research that involved the use of plants for the remediation of petroleum contaminated soil. These results are compared with the ones obtained after the application of a physico-chemical treatment, that is the electrochemical oxidation. The soil pollution is an historical one.

Rezumat: Poluarea solului este considerată o problemă de mediu foarte gravă și a atras considerabil atenția în ultimele decenii. Unul din principalele dezavantaje este reprezentat de faptul că soluțiile fizico-chimice ce ar putea fi aplicate pentru înlăturarea poluanților implică costuri mari și de aceea companiile ignoră problema. Fitoremedierea este o tehnologie în curs de dezvoltare și folosește plantele pentru a curăța poluanții din mediu. Aceasta este o tehnologie care are un raport bun rezultate/costuri, adică rezultatele pozitive au devenit disponibile în funcție de abilitatea plantelor de a degrada anumiți compuși organici, și de aceea din ce în ce mai mulți oameni se implică în aplicarea fitoremedierii pentru contaminanții organici. Fitoremedierea compușilor organici pare să fie o tehnologie promițătoare pentru remedierea acestor contaminanți din solurile poluate. Aceasta metodă poate înlătura sau stoca contaminantul în plantă.

Cuvinte cheie: tratamentul solului, poluant organic, plante, fitoremediere

INTRODUCERE

În ultimii ani au fost din ce în ce mai multe cazuri de contaminare organică și principalii poluanți toxici erau esterii ftalici (PAE), hidrocarburi policiclice aromatice (PAH), eterii difenili polibromurați (PBDE), policlorobifenili (PCB), hidrocarburi petroliere (PHC), pesticide, etc. [1,4,11]. Remedierea solurilor poluate organic devine o provocare continuă la nivel mondial [4,6]. Fitoremedierea este o tehnologie în curs de dezvoltare, care utilizează plantele pentru a curăța poluanții organici și metalele toxice din apă, sedimente sau soluri [4,5]. Fitoremedierea a fost acceptată ca și alternativă și a fost utilizată la scară mare deoarece este o tehnologie fără efecte negative asupra mediului, cu un raport bun costuri-eficiență și înlătură permanent poluanții [3,4]. Un număr mare de specii de plante au fost descoperite ca fiind candidate promițătoare pentru fitoremedierea poluanților organici [4,10]. În general sunt două abordări pentru fitoremedierea poluării organice a solurilor în funcție de mecanismul de remediere. În primul rând poluanții organici pot fi preluați direct de plante, rezultând sechestrarea sau degradarea poluanților în interiorul plantelor [2,4], proces numit fitoextracție. În al doilea rând poluanții organici pot fi degradați de enzimele secretate în plante sau de microbiocenoza din rizosferă [2,4,10], care se numește rizoremediere asistată de plante.

Această lucrare prezintă rezultatele obținute în urma unei cercetări ce implică folosirea plantelor pentru remedierea solului contaminat cu produse petroliere. Aceste rezultate sunt comparate cu cele obținute după aplicarea unui tratament fizico-chimic, și anume electro-oxidarea chimică. Poluarea solului este una istorică.

MATERIAL AND METHODES**Legislation Regarding Soils**

An important legislative document at European level is the Thematic Strategy for Soil Protection. The Thematic Strategy for Soil Protection consists of a Communication from the Commission to the other European Institutions, a proposal for a framework Directive (a European law), and an Impact Assessment [7].

The Communication (COM(2006) 231) sets the frame. It explains why further action is needed to ensure a high level of soil protection, sets the overall objective of the Strategy and explains what kind of measures must be taken. It establishes a ten-year work program for the European Commission [7].

Contaminated sites could pose significant environmental hazards for terrestrial and aquatic ecosystems as they are important sources of pollution which may result in ecotoxicological effects [12].

Soil contamination is mainly located close to waste landfills, industrial/commercial activities diffusing heavy metals, oil industry, military camps, and nuclear power plants. As European society has grown wealthier, it has created more and more rubbish. Each year in the EU, 3 billion tonnes of solid wastes are thrown away (some 90 million tonnes of them are hazardous). This amounts to about 6 tonnes of solid waste for every man, woman, and child (Eurostat, Environmental Data Centre on Waste) [8].

Estimates for the extent of local soil contamination are available for about one third of the countries surveyed; an average of about 4.2 Potentially Contaminated Sites are reported per 1,000 inhabitants and about 5.7 Contaminated Sites per 10,000 inhabitants (figure 1 and figure 2). A tentative extrapolation to the whole of Europe produces an estimate for the total number of Potentially Contaminated Sites of 2.5 million, of which about 14 % (340,000 sites) are expected to be contaminated and likely to require remediation [7,8,12]. Soil clean-up is a difficult operation with very high costs. Expenditure for decontamination of contaminated sites greatly varies between Member States. In 2000 the Netherlands invested EUR 550 m in decontamination, Austria 67 and Spain 14. Such disparities reflect different perceptions of the severity of the contamination, different remediation policies and targets, and different ways of estimating expenditure.

The European Environment Agency has estimated the total costs for the cleanup of contaminated sites in Europe to be between EUR 59 and 109 billion.

MATERIAL ȘI METODE**Legislația privind solurile**

Un document legislativ important atât la nivel național cât și la nivel internațional este reprezentat de Strategia Tematică pentru Protecția Solului. Această Strategie Tematică pentru Protecția Solului constă într-o Comunicare de la Comisia Europeană către celelalte Instituții Europene, o propunere de directivă cadru (o lege europeană) și o evaluare a impactului [7].

Comunicarea (COM(2006)231) stabilește cadrul. Explică de ce sunt necesare acțiuni viitoare pentru a asigura un nivel înalt de protecție a solului, stabilește obiectivul general al Strategiei și explică ce fel de măsuri trebuie luate. Fixează un program de lucru pe zece ani pentru Comisia Europeană [7].

Zonele contaminate ar putea să prezinte un pericol de mediu pentru ecosistemele acvatice și terestre deoarece ele sunt o sursă importantă de poluare ceea ce ar putea rezulta în apariția unor efecte ecotoxicologice [12].

Poluarea solului este localizată în principal în apropierea gropilor de gunoi, activităților industriale / comerciale care poluează cu metale grele, industria petrolieră, zone militare și centrale nucleare. Cum societatea europeană a prosperat, are din ce în ce mai mult gunoi. În fiecare an în UE, 3 miliarde de tone de deșeurii solide sunt aruncate (circa 90 de milioane de tone din ele sunt periculoase). Se aproximează circa 6 tone de deșeurii solide pentru fiecare bărbat, femeie și copil (conform Eurostat, Centrul pentru date de mediu despre deșeurii) [8].

Estimările în ceea ce privește extinderea contaminării locale a solului sunt disponibile pentru o treime dintre țările supravegheate, este raportată o medie de 4,2 Situri Potențial Contaminate per 1000 de locuitori și aproximativ 5,7 Situri Contaminate per 10 000 de locuitori (figura 1 și figura 2). O tentativă de extrapolare pentru toată Europa duce la o estimare pentru totalul Siturilor Potențial Contaminate de aproape 2,5 milioane, din care 14% (340.000 situri) sunt considerate a fi contaminate și cel mai probabil necesită remediere [7,8,12]. Curățarea solului este o operațiune dificilă cu costuri ridicate. Cheltuielile cu decontaminarea siturilor contaminate variază foarte mult între Statele Membre. În 2000 Olanda a investit 550 milioane de euro pentru decontaminare, Austria 67 de milioane de euro și Spania 14. Asemenea diferențe reflectă: percepțiile diferite în legătură cu gravitatea contaminării, diferite politici de remediere și ținte, și metode diferite de estimare a cheltuielilor.

Agenția Europeană de Mediu a estimat costuri totale pentru curățarea siturilor contaminate din Europa între 59 și 109 miliarde de euro.

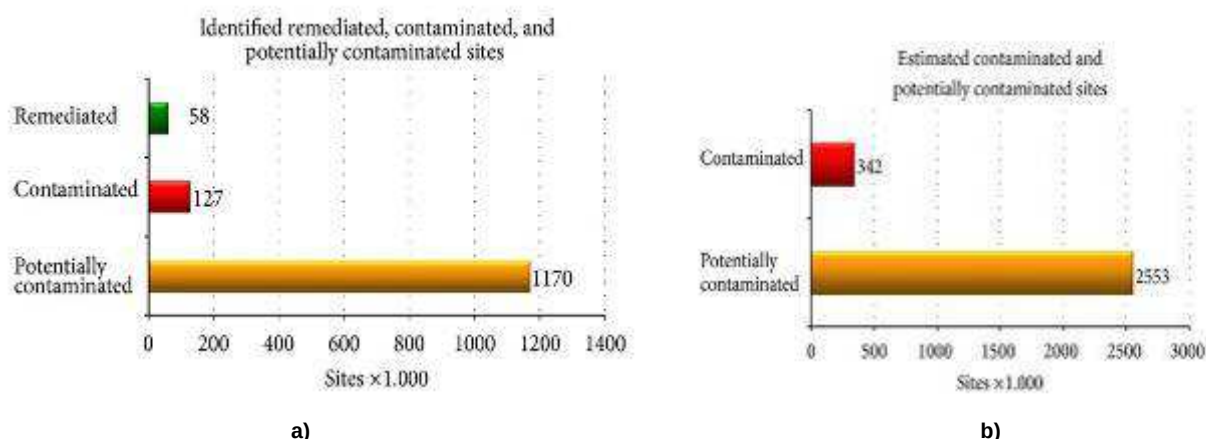


Fig. 1 – (a) Number of identified remediated (RS), potentially (PCS), and contaminated Sites (CS) reported by 33 countries. (b) Number of estimated potentially (PCS) and contaminated sites (CS) extrapolated to 38 countries [8].

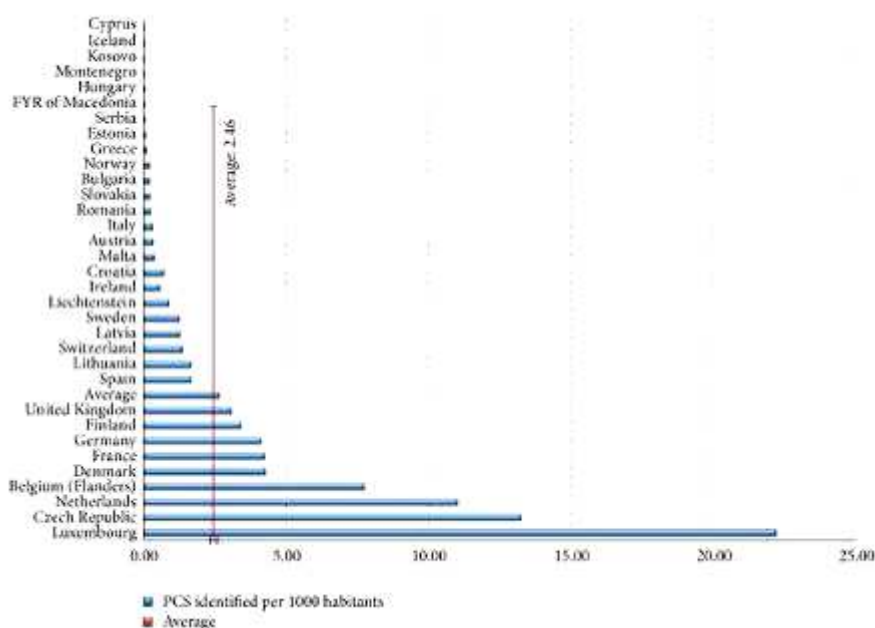


Fig. 2 – Density (identified PCS/1,000 capita) in 33 countries [8]

MATERIAL AND METHOD

In order to compare the results obtained after applying phytoremediation on an organic contaminated soil, we present also a serie of results obtained after applying electrochemical oxidation as a remediation treatment.

Phytoremediation

Phytoremediation is an emerging technology that utilizes plants to clean up organic pollutants and toxic metals in water, sediments, or soils [5]. Phytoremediation has been accepted and utilized widely because it is a cost-effective and environmental friendly green technology with permanently removing the pollutants [3,4]. A large number of plant species have been found to be promising candidates for the phytoremediation of organic pollutants [2,4,10]. In general there are two approaches for the phytoremediation of organic-polluted soils based on the difference in remediative mechanism: plant-assisted rhizoremediation and phytoextraction. Phytoextraction depends on the absorption, translocation, and metabolism of organic pollutants in plants.

ElectroChemical oxidation

Chemical Oxidation is a patented technology to remediate hydrocarbon and/or halocarbon contamination in groundwater and soil, and it can be ex-situ or in situ.

Ex-situ chemical oxidation involves mixing an oxidizing compound with contaminated groundwater or soil in a vessel. The oxidizing compound can be a solution (e.g., sodium hypochlorite in water) or a gas (e.g., ozone). The oxidizing agents most commonly used for the chemical treatment of organic contaminants are ozone, hydrogen peroxide, hypochlorites, chlorine, and chlorine dioxide. The treatment chemicals typically mineralize most organic compounds to carbon dioxide, water, and salts. The main advantage of ex situ treatment is that it generally requires shorter time periods than in situ treatment, and there is more certainty about the uniformity of treatment because of the ability to homogenize, screen, and continuously mix the soil. Ex situ treatment, however, requires excavation of soils, leading to increased costs and engineering for equipment, possible permitting, and material handling/worker exposure conditions [9,14].

MATERIALE ȘI METODE

Pentru a compara rezultatele obținute după aplicarea fitoremedierii pe un sol poluat organic, vor fi prezentate și o serie de rezultate obținute după aplicarea electro-oxidării chimice ca tratament de remediere.

Fitoremedierea

Fitoremedierea este o tehnologie în plină dezvoltare, o tehnologie ce folosește plantele pentru a curăța poluanții organici și metalele toxice din apă, sedimente sau soluri [5]. Fitoremedierea a fost acceptată și utilizată la scară mare deoarece are un raport bun costuri/ eficiență și este considerată o tehnologie fără impact asupra mediului putând să înlăture permanent poluanții [3,4]. Au fost identificate un număr mare de specii de plante care sunt candidate promițătoare pentru a le folosi în fitoremedierea poluanților organici [2,4,10]. În general sunt două abordări pentru remedierea solurilor poluate organic în funcție de diferența mecanismului de remediere: rizoremediere asistentă de plante și fitoextracție. Fitoextracția depinde de absorbție, translocare și metabolismul poluanților organici din plante.

Electro-Oxidarea chimică

Oxidarea chimică este o tehnologie patentată pentru remedierea contaminării cu hidrocarburi și/sau hidrocarburi halogenate din apă și sol, și poate fi aplicată ex-situ sau in-situ.

Oxidarea chimica ex situ implică amestecarea unui oxidant cu apa sau solul contaminat într-un vas. Oxidantul poate fi o soluție (hipoclorit de sodiu în apă) sau gaz (ozon). Agenții oxidanți cei mai des folosiți pentru tratamentul chimic a compușilor organici sunt ozonul, peroxidul de hidrogen, hipocloriți, clor și dioxid de clor. Substanțele chimice folosite pentru tratament mineralizează majoritatea compușilor organici în dioxid de carbon, apă și săruri. Principalul avantaj al tratamentului ex situ este acela că în general necesită mai puțin timp decât tratamentul in situ, și există o siguranță mai mare referitoare la uniformitatea acestuia datorită posibilității de omogenizare, monitorizare și amestecare continuă a solului. Totuși, tratamentul ex situ necesită excavarea solului, ceea ce duce la creșterea costurilor cu manevrarea echipamentelor, cu aprobările necesare și cu condițiile de expunere a materialelor/ personalului [9,14].

In order to improve the results obtained normally with this technique it was decided to combine chemical oxidation with electrochemical technique that involves the application of a constant voltage to a pair of electrodes situated at the border of the contaminated area.

Analytical procedures

Several parameters were investigated during this study, both to determine the contaminant content and to characterize the main features of the investigated soils and sediments.

In particular, to perform the study about the petroleum products contaminated soils, the following parameters were measured: pH, temperature, redox potential (ORP), soil humidity, soil granulometry, total petroleum hydrocarbons (TPH).

The ORP, pH and temperature was taken in a soil/water suspension using sensors IQ SENSOR NET pH/ORP that were attached to a multiparameter instrument 2020XT.

Soil humidity was determined using a dry kiln, where a weighted quantity of wet soil was introduced for 24 h at 105°C. After this procedure the dried soil was weighted again and was determinate the humidity of soil.

Soil granulometry was determined using a series of sieves. The diameters of the sieves ranged from 56 mm to 0.8 mm. The TPH was determined accordingly with the procedure described in SR 13511. For this analysis a SOXHLET and a Heildolph Hei VAP Advantage together with pH, redox and temperature sensors were obtained with the funds from a project co-financed under the Sectorial Operational Programme "Increase of Economic Competitiveness" POSCCE - A2 – O 2.1.2. – 2009 - 2, RECOLAND ID519, SMIS-CSNR: 11982, Nb. 182/18.06.2010 (2010-2013).

Experimental research

The soil used for the experimental study was excavated from an ex industrial area, where for several years the oil industry processed different product. The contaminated area is situated near a main road on one side and near an industrial road on the other side. For the initial characterization was decided to take samples from 9 different points at two different depths, 0.2 m and 0.4 m. The initial characterization of the soil showed the following data: the density of the soil was 1.5 g/cm³, the humidity was around 20% and from the granulometry point of view it could be noticed more than 55% was composed by particle with a diameter smaller than 0.08 mm. The contamination could be observed at the first look. The soil for the laboratory tests had been taken from different parts of the selected area in order to better represent the studied area.

The monitored parameters for these experimental tests were: pH, ORP (oxidation reduction potential), conductivity, humidity and pollutant concentration.

For pH and ORP determination, a 15 to 20 g of soil sample was used combined with distilled water after which a measurement electrode was inserted for a period of around 3 minutes before the reading.

From the initial characterization of the soil it was noticed that the soil was preponderant composed from clay and had a high concentration of contaminant of around 42,000 mg/kg for TPH for the electrochemical treatment and around 26,000 mg/kg for phytoremediation treatment. Taking into account the fact that in the normative (Order 756/1997) we have the highest value mentioned of about 2000 mg/kg (the intervention point in the case of less sensible areas), it is obvious the need of a treatment for this soil.

Pentru a îmbunătăți rezultate obținute în mod normal cu această tehnologie s-a hotărât combinarea oxidării chimice cu tehnica electrochimică care implică aplicarea unei tensiuni constante unei perechi de electrozi poziționați pe granița zonei contaminate.

Procedurile analitice

Pe durata acestei cercetări au fost monitorizați o serie de parametri pentru a determina atât cantitatea de contaminant cât și pentru a caracteriza principalele caracteristici ale sedimentelor și solurilor.

În particular, pentru a realiza studiul despre solurile poluate cu produse petroliere, au fost măsurati următorii parametri: pH, temperatura, potențialul redox (ORP), umiditatea solului, granulometria solului, hidrocarburi totale petroliere (HTP).

ORP, pH și temperatura au fost măsurate într-un amestec de sol/apă folosind senzorii IQ SENSOR NET pH/ORP care au fost atașați la un echipament multiparametru 2020XT.

Umiditatea solului a fost determinată folosind o etuvă unde a fost introdusă o cantitate cântărită anterior de sol umed pentru o perioadă de 24 de ore la 105°C. După această procedură solul uscat a fost cântărit din nou și s-a determinat umiditatea solului.

Granulometria solului a fost determinată folosind o serie de site. Diametrele sitelor a variat de la 56 mm la 0.8 mm. Valoarea HTP a fost determinată cu ajutorul procedurii prezentate în procedura descrisă în SR 13511. Pentru această analiză s-a folosit un SOXHLET și Heildolph Hei VAP Advantage care împreună cu senzorii de temperatură, pH și ORP au fost obținuți cu ajutorul fondurilor dintr-un proiect co-finanțat din programul Operațional Sectorial „Creșterea Competitivității Economice”, POSCCE - A2 – O 2.1.2. – 2009 - 2, RECOLAND ID519, SMIS-CSNR: 11982, Nb. 182/18.06.2010 (2010-2013).

Cercetare experimentală

Solul folosit pentru studiul experimental a fost excavat dintr-o fostă zonă industrială, unde pentru câțiva ani industria petrolieră a procesat diferite produse. Zona contaminată este situată lângă un drum principal pe de o parte și un drum industrial pe cealaltă parte. Pentru caracterizarea inițială s-a decis prelevarea de probe din 9 puncte diferite la două adâncimi diferite, 0,2 m și 0,4 m. Caracterizarea inițială a solului a arătat următoarele date: densitatea solului a fost de 1,5 g/cm³, umiditatea în jus de 20% și din punct de vedere a granulometriei s-a putut observa că mai mult de 55% e format din particule cu un diametru mai mic de 0,08 mm. Contaminarea se putea observa la o simplă privire. Solul folosit pentru testele la nivel de laborator a fost luat din diferite zone din suprafața selectată pentru a putea reprezenta mai bine toată aria afectată.

Parametrii monitorizați pentru aceste experimente au fost: pH, ORP (potențialul redox), conductivitate, umiditatea și concentrația de poluant.

Pentru pH și ORP, a fost folosită o probă de 15 până la 20 g de sol combinată cu apă distilată după care a fost introdus un electrod de măsură pentru o perioadă de 3 minute înainte de citire.

Din caracterizarea inițială s-a observat ca solul era preponderent format din argilă și avea o concentrație a contaminantului de 42.000 mg/kg de HTP pentru tratamentul electrochimic și 26.000 mg/kg de HTP pentru tratamentul de fitoremediere. Luând în calcul faptul că în normativă (Ordinul 756/1997) avem cea mai mare valoare menționată de aproape 2.000 mg/kg (limita de intervenție pentru zonele mai puțin sensibile) este evidentă necesitatea de tratarea a solului.

Phytoremediation

For the experimental research, two types of plants were used: *pelargonium* and *kalanchoe*. These two types were used because the idea was to find two possible candidates for the experiments, that can be found very easy and can have a satisfactory efficiency. For each type, we used two plants that are presented also in figure 3:

- normal *pelargonium* (test identified as P1);
- *pelargonium grandiflorum* (test identified as P2);
- *kalanchoe blossfeldiana* – red (test identified as K1);
- *kalanchoe blossfeldiana* – pink (test identified as K2);

Air humidity for the *pelargonium* is minimum 50%. The ideal temperature is around 18-21°C, by day and 12°C by night.

Kalanchoe is a plant with a diameter and a high of about 30 cm that needs a soil with a pH between 6 and 7 and a temperature that can vary between 12-30°C.

Each plant was planted in a hystorical contaminated soil with petroleum products and was periodically monitored for the main parameters that can determine the effectiveness of the treatment.

Fitoremedierea

Pentru cercetarea experimentală au fost folosite două tipuri de plante: *pelargonium* și *kalanchoe*. Aceste două tipuri au fost folosite deoarece idea a fost să se găsească două candidate pentru experimente ce pot fi găsite destul de ușor și care pot avea o eficiență satisfăcătoare. Pentru fiecare categorie s-au folosit două tipuri de plante care sunt prezentate și în figura 3:

- *pelargonium* normală (test identificat ca P1);
- *pelargonium grandiflorum* (test identificat ca P2);
- *kalanchoe blossfeldiana* – red (test identificat as K1);
- *kalanchoe blossfeldiana* – pink (test identified as K2);

Umiditatea aerului pentru *pelargonium* este de minim 50%. Temperatura ideală este în jur de 18-21°C, ziua și 12°C noaptea.

Kalanchoe este o plantă cu un diametru și o înălțime de aproape 30 cm și are nevoie de un sol cu un pH între 6-7 și o temperatură ce poate varia între 12-30°C.

Fiecare plantă a fost plantată într-un sol contaminat istoric cu produse petroliere și care a fost monitorizat periodic pentru principalii parametri pentru a determina eficiența tratamentului.



Fig. 3 – The plants used for phytoremediation treatment: a) normal *pelargonium*; b) *pelargonium grandiflorum*; c) *kalanchoe blossfeldiana* – red; d) *kalanchoe blossfeldiana* – pink

ElectroChemical Oxidation

This treatment was applied at laboratory level on an experimental pilot plant that had the capacity to treat 0.5 m³ (around 750 kg of contaminated soil but only a quantity of 550 kg was treated). The experimental setup (figure 4) has been done with the funds from a project co-financed under the Sectorial Operational Programme "Increase of Economic Competitiveness" POSCCE - A2 - O2.1.2.- 2009 - 2, RECOLAND ID519, SMIS - CSNR: 11982, Nb. 182/18.06.2010 (2010-2013).

The test had a specific voltage of 1 V/cm and a treatment period of 28 days. The main parameters that were monitored during the experiment were (as already mentioned before): pH, ORP, current, conductivity, and the most important parameter can be considered the pollutant concentration.

Electro-oxidarea chimică

Acest tratament a fost aplicat la nivel de laborator pe o instalație pilot care a avut capacitatea de a trata 0,5 m³ (în jur de 750 kg de sol contaminat însă a fost tratată doar o cantitate de 550 kg). Instalația experimentală (figura 4) a fost realizată cu fondurile de la un proiect finanțat din Programul Operațional Sectorial „Creșterea competitivității economice”, POSCCE - A2 - O2.1.2.- 2009 - 2, RECOLAND ID519, SMIS - CSNR: 11982, Nr. 182/18.06.2010 (2010-2013).

Testul a avut o tensiune specifică de 1V/cm și o perioadă de tratament de 28 zile. Principalii parametri ce au fost monitorizați în timpul experimentului (așa cum s-a menționat deja): pH, ORP, curentul, conductivitatea și cel mai important parametru poate fi considerat concentrația de poluant.



Fig. 3 – Experimental setup used for the application of electro-chemical oxidation

RESULTS

Phytoremediation

For the phytoremediation treatment the monitoring was done on the left side of the plant and on the right

REZULTATE

Fitoremedierea

Pentru tratamentul de fitoremediere monitorizarea a fost făcută pentru partea stângă a plantei și pentru cea

side. The results obtained are presented in the following figures. The monitoring was done after 3 weeks of treatment and after 4 weeks. For test P1 it was noticed that the plant resisted longer than the other ones, more than 8 weeks (it is still resisting today). The plants that correspond to the tests K2 and P2, resisted only 3 weeks, and K1 resisted 4 weeks. That means the capacity of the plant to adapt in a new environment highly toxic is quite reduced. The analyses were done after 4 weeks of treatment also for the plants that did not resist.

It can be noticed that the variation of the monitored parameters is not so high between the plants after 3 weeks of treatment. Compared to the results obtained after another week of monitoring it can be observed that the soil tendency is to acidify both in the left side and right side. Also the ORP increased significantly from the monitoring performed after 3 weeks. That means that the oxidation processes in the soil, have intensified.

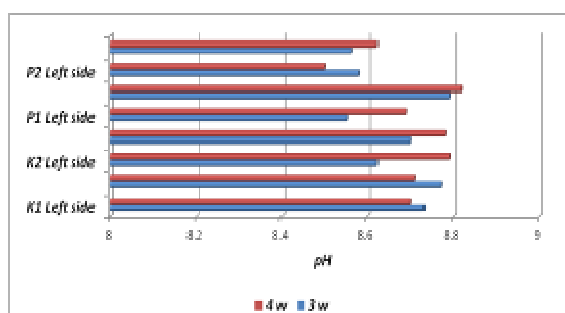


Fig. 4 – pH variation for phytoremediation after 3 weeks and 4 weeks

dreaptă. Rezultatele obținute sunt prezentate în următoarele figuri. Monitorizarea a fost făcută după 3 săptămâni de tratament și după 4 săptămâni. Pentru testu P1 s-a observat că planta a rezistat mai mult decât celelalte, mai mult de 8 săptămâni (rezistă și azi). Plantele care corespund testelor K2 și P2, au rezistat doar 3 săptămâni, și K1 a rezistat 4 săptămâni. Acest lucru înseamnă că plantele au o capacitate redusă de a se adapta în noul mediu toxic. Analizele au fost realizate după 4 săptămâni și pentru plantele care nu au rezistat.

Se poate observa că variația parametrilor monitorizați nu variază prea multe între plante după 3 săptămâni de tratament. Comparativ cu rezultatele obținute după încă o săptămână de monitorizare se poate observa că solul are tendința de acidifiere atât în partea stângă cât și în partea dreaptă. De asemenea ORP a crescut semnificativ de la monitorizarea realizată după 3 săptămâni de tratament. Ceea ce înseamnă că procesele de oxidare din sol s-au intensificat.

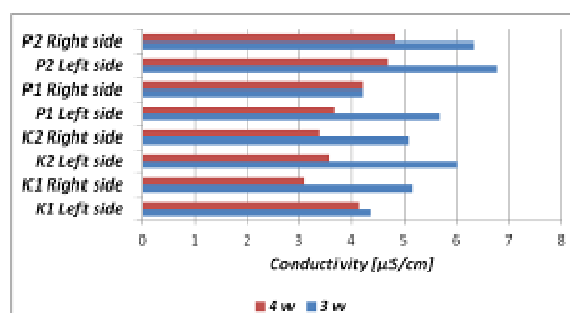


Fig. 5 – Conductivity variation for phytoremediation after 3 weeks

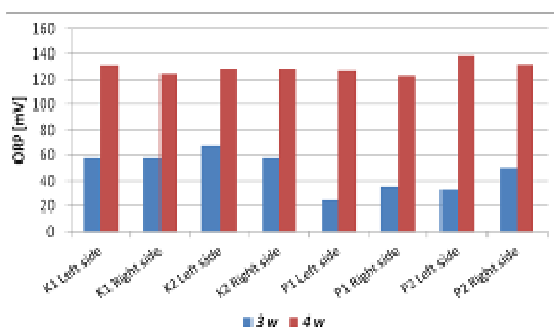


Fig. 6 – Conductivity variation for phytoremediation after 3 weeks and 4 weeks

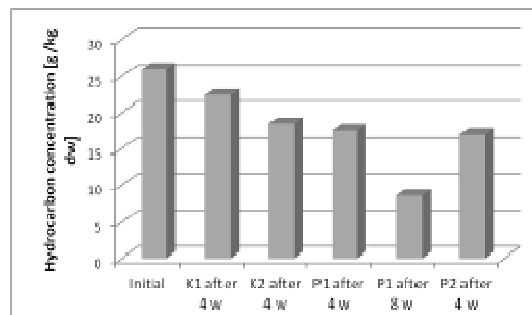


Fig. 7 – Hydrocarbon concentration before and after phytoremediation

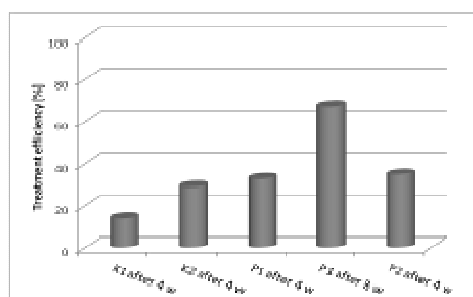


Fig. 8 – Treatment efficiency after applying phytoremediation

Electro-chemical Oxidation

In this experiment, samples were made to carry out intermediate monitoring in three areas of concern (anode, middle and cathode) in order to observe the pollutants movement. It was decided to make such sampling because it was observed that sometimes there is a variation between the three samples from each area.

Electro-oxidarea chimică

În acest experiment, probele au fost realizate astfel încât monitorizarea intermediară să se facă în trei zone de interes (anod, mijloc, catod) pentru a se observa mișcarea poluanților. S-a decis să se facă o astfel de prelevare deoarece s-a observat că uneori există o variație între probele din fiecare zonă.

Since a part of the oxidant was added at the beginning of each week in the anode area and the rest in all the electrochemical cell (about 1 L for the anode and about 1 L for the rest of the cell), the pH clearly formed an acid front managing to descend to the value of 4.32 at the anode, and at the cathode increased until reached the value of 11.86. Corresponding with pH variation, there was an ORP variation, so that after 12 days of experiment, the ORP was below zero in the cathode, and thus it was decided to change polarity. After this episode, there was not any decrease in redox potential.

A treatment efficiency of about 42.5% was obtained in the intermediary analysis in the middle area (equal distance from the anode and the cathode) due to the hydrocarbons migration in the first part of the treatment. At the end of the treatment, after 28 days, it was noticed an decrease of the efficiency, around 20% as an average (between anode area, middle area and cathode area). This can be also due to the formation of sub-products.

CONCLUSIONS

The experimental activity performed in this research has used a hystorical polluted soil that came from a petroleum processing area. The main purpose was to present the results obtained after applying a biological treatment, phytoremediation in comparison with a physico-chemical one, electrochemical oxidation.

Regarding phytoremediation it was observed that not all the plants can adapt to the new toxic environment, but even so, they succeed to extract a quite important quantity of pollutant from soil. In the tests K1, K2 and P2, the plants died after 3 weeks or even 4 weeks. The only one that survived was the plant from test P1 that after 8 weeks of treatment had a treatment efficiency of about 64%. This plant adapted to the new environment and survived for another 8 weeks (is still surviving).

There have been a series of experimental researches regarding this type of treatment, applied as single treatment or combined with another one (like electroremediation). The obtained results after a combined treatment with the same type of plant, pelargonium, reached an efficiency of 59%.

Instead for the electrochemical treatment is noted that should be a correlation between the amount of soil being treated and the application time of the treatment. There were obtained similar results to those in the literature, the fact that the efficiency of electrochemical treatment increases with the increase of application of the treatment period, and no specific voltage increases. Regarding the combined treatment it was observed that when we are dealing with excessive pollution, the first trend of the pollutant is to be transported to an electrode or another due to electroosmotic flow, after which oxidation and reduction reactions occur.

Comparing the two technologies it is obvious that is cheaper to use the biological one due to the results obtained and also to the cost that can be estimated that are lower than the ones involved with the physico-chemical treatment.

Acknowledgement

This work was supported under FSE – European Structural Funds POSCCE-A2-O2.1.2.-2009-2, RECOLAND ID519, SMIS-CSNR: 11982, Nb. 182/18.06.2010 (2010-2013) and under the Capacities

Cum o parte din oxidant a fost adăugat la începutul fiecărei săptămâni în zona anodului și restul în toată celula electrochimică (aproape 1 L pentru anod și 1 L în restul celei electrochimice), pH a format în mod evident un front acid ce a reușit să scadă la valoarea de 4,32 la anod și la catod a crescut până a ajuns la valoarea de 11,86. Corespunzător cu variația de pH, a existat și o variație a ORP, astfel încât după 12 zile de experiment, ORP era sub valoarea zero la catod, și astfel s-a hotărât schimbarea polarității. După acest episod nu a mai fost o scădere a potențialului redox.

S-a obținut o eficiență a tratamentului de 42,5% la o analiză intermediară pentru zona de mijloc (zona la egală distanță de anod și de catod) datorită migrării hidrocarburilor în prima parte a tratamentului. La finalul tratamentului, după 28 de zile, s-a observat o scădere a eficienței, în jur de 20% ca medie (între zona anodului, de mijloc și cea a catodului). Acest lucru se poate datora și formării produșilor secundari.

CONCLUZII

Activitatea experimentală realizată în această cercetare a folosit un sol poluat istoric ce a provenit dintr-o zona de procesare a produselor petroliere. Principalul scop a fost să prezinte rezultatele obținute după aplicarea tratamentului biologic, fitoremedierea în comparație cu un tratament fizico-chimic, electro-oxidarea chimică.

În ceea ce privește fitoremedierea s-a observat că nu toate plantele se pot adapta unui mediu nou și toxic, dar chiar și așa, au reușit să extragă o cantitate destul de importantă de poluant din sol. În testele K1, K2 și P2 plantele s-au uscat după 3 sau 4 săptămâni. Singura care a supraviețuit a fost planta din testul P1 care după 8 săptămâni de tratament a avut o eficiență a tratamentului de aproape 64%. Această plantă s-a adaptat la noul mediu și a supraviețuit alte 8 săptămâni (încă supraviețuiește).

Au existat o serie de cercetări experimentale în legătură cu aplicarea acestui tip de tratament, aplicat singur sau în combinație cu alt tratament (precum electroremedierea). Rezultatele obținute după aplicarea unui tratament combinat cu același tip de plantă, pelargonium, a ajuns la o eficiență de 59%.

În schimb pentru electro-oxidarea chimică s-a observat că ar trebui să existe o corelație între cantitatea de sol ce urmează a fi tratată și perioada de aplicare a tratamentului. S-au obținut rezultate similare cu cele din literatură, și anume că eficiența tratamentului a crescut o dată cu creșterea perioadei de aplicare a tratamentului, și nu a creșterii voltajului specific. În ceea ce privește tratamentul combinat, s-a observat că atunci când avem de-a face cu poluare excesivă, prima tendință a poluantului este de a fi transportat către un electrod sau altul datorită fluxului electroosmotic, după care apar reacțiile de oxidare și reducere.

Comparând cele două tehnologii este evident că este mai ieftin să aplicăm tehnologia biologică datorită rezultatelor obținute și de asemenea datorită costurilor care pot fi estimate ca fiind mai mici decât cele implicate cu tratamentul fizico-chimic.

Mulțumiri

Această cercetare a fost realizată cu ajutorul fondurilor europene FSE – Fonduri structurale europene POSCCE-A2-O2.1.2.-2009-2, RECOLAND ID519, SMIS-CSNR: 11982, Nb. 182/18.06.2010 (2010-2013) și cu ajutorul

Programme, Romanian-Turkish Bilateral Agreement, RISKASSESS, contract no. 606/01.01.2013 (2013 - 2014). Also, the authors would like to thank Mrs. Bucaciuc Elena Daniela for her involvement during the experimental research.

REFERENCES

- [1]. Alkorta I., Garbisu C. (2001) - *Phytoremediation of organic contaminants in soils*, Bioresour Technol 79: 273-276;
- [2]. Allen J.O., Dookeran N.M., Taghzadeh K., Lafleur A.L., Smith K.A., Sarofim A.F. (1997) - *Measurement of oxygenated polycyclic aromatic hydrocarbons associated with a size segregated urban aerosol*, Environ Sci Technol 31, 2064-2070;
- [3]. Chen J., Shiyab S., Han F.X., Monts D.L., Waggoner C.A. (2009) - *Bioaccumulation and physiological effects of mercury in Pteris vittata and Nephrolepis exaltata*, Ecotoxicology 18: 110-121;
- [4]. Chen J., Xu Q.X., Su Y., Shi Z.Q., Han F.X. (2013) - *Phytoremediation of Organic Polluted Soil*, J Bioremed Biodeg, 4:3, <http://dx.doi.org/10.4172/2155-6199.1000e132>
- [5]. Cherian S., Oliveira M.M. (2005) - *Transgenic plants in phytoremediation: recent advances and new possibilities*. Environ Sci Technol 39: 9377-9390;
- [6]. Ciolpan O. (2005) - *Integrated Monitoring of ecological systems*, Ed. Ars Docendi, București, ISBN 973-558-191-4;
- [7]. European Environmental Agency (2009) - *Report on the implementation of the Soil Thematic Strategy and ongoing activities*, http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm.
- [8]. Eurostat (2012), *Environmental Data Centre on waste*, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/introduction>.
- [9]. Federal Remediation Technologies Roundtable (2006) - *Remediation technologies screening matrix and reference guide*, FRTR, http://www.frtr.gov/matrix2/top_page.html.
- [10]. Gerhardt K.E., Huang X.D., Glick B.R., Greenberg B.M. (2009) - *Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: Potential and challenges*. Plant Sci 176: 20-30.
- [11]. Harmens H, Foan L, Simon V, Mills G (2013) - *Terrestrial mosses as biomonitors of atmospheric POPs pollution: a review*. Environ Pollut 173: 245-254.
- [12]. Panagos P., Van Liedekerke M., Yigini Y., Montanarella L. (2013) - *Contaminated Sites in Europe: Review of the Current Situation Based on Data Collected through a European Network*, Journal of Environmental and Public Health, Article ID 158764, 11 pages
- [13]. Pierzynski G.M.; Sims J.T.; Vance G.F. (2000) - *Soils and Environmental Quality, 2nd edition*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- [14]. Tican A., Istrate I. (2013) - *Electro-oxidation treatment used for the remediation of organic polluted soils*, Proceedings of 6th International Conference on Energy and Environment, CIEM 2013, Bucharest, Romania, ISSN 2067 – 0893;
- [15]. Van Liedekerke M., Prokop G., Rabl-Berger S., Kibblewhite M., Louwagie G. (2014) - *Progress in the Management of Contaminated Sites in Europe*, EUR 26376, doi10.2788/4658;
- [16]. Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F (2011) - *Review Article: Persistent organic pollutants and landfills - a review of past experiences and future challenges*, Waste Manag Res 29: 107-121.

Programului Capacități, Bilaterală România – Turcia, RISKASSESS, contract nr. 606/01.01.2013 (2013 - 2014).

De asemenea autorii ar dori să-i mulțumească trei Bucaciuc Elena Daniela pentru implicarea în cercetarea experimentală.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alkorta I., Garbisu C. (2001) - *Fitoremedierea contaminanților organici în sol*, Bioresour Technol 79: 273-276;
- [2]. Allen J.O., Dookeran N.M., Taghzadeh K., Lafleur A.L., Smith K.A., Sarofim A.F. (1997) - *Măsurarea hidrocarburilor aromatice policiclice oxigenate asociate cu aerosolii urbani*, Environ Sci Technol 31, 2064-2070;
- [3]. Chen J., Shiyab S., Han F.X., Monts D.L., Waggoner C.A. (2009) - *Bioacumularea și efectele fiziologice ale mercurului în Pteris vittata și Nephrolepis exaltata*, Ecotoxicology 18: 110-121;
- [4]. Chen J., Xu Q.X., Su Y., Shi Z.Q., Han F.X. (2013) - *Fitoremedierea solurilor organice poluate*, J Bioremed Biodeg, 4:3, <http://dx.doi.org/10.4172/2155-6199.1000e132>
- [5]. Cherian S., Oliveira M.M. (2005) - *Plantele transgenice în fitoremediere: progrese recente și noi posibilități*. Environ Sci Technol 39: 9377-9390;
- [6]. Ciolpan O. (2005) - *Monitoringul integrat al sistemelor ecologice*, Ed. Ars Docendi, București, ISBN 973-558-191-4;
- [7]. European Environmental Agency (2009), *Raport privind implementarea Strategiei Tematice a Solurilor și activitățile curente*, http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm.
- [8]. Eurostat (2012), Centrul de Date de Mediu privind reziduurile <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/introduction>.
- [9]. Federal Remediation Technologies Roundtable (2006) - *Remediarea tehnologiilor matricei și ghidului de sortare FRTR*, http://www.frtr.gov/matrix2/top_page.html.
- [10]. Gerhardt K.E., Huang X.D., Glick B.R., Greenberg B.M. (2009) - *Fitoremedierea și rizoremedierea contaminanților solurilor organice: Potențial și provocări*. Plant Sci 176: 20-30.
- [11]. Harmens H, Foan L, Simon V, Mills G (2013) - *Muschiul terestru și biomonitorizarea poluării POP atmosferice: o revizuire*. Environ Pollut 173: 245-254.
- [12]. Panagos P., Van Liedekerke M., Yigini Y., Montanarella L. (2013) - *Soluri contaminate în Europe: Vedere generală asupra situației actuale pe baza datelor adunate prin rețeaua europeană*, Journal of Environmental and Public Health, Articol ID 158764, 11 pag.
- [13]. Pierzynski G.M.; Sims J.T.; Vance G.F. (2000) - *Solurile și calitatea mediului, a 2a editie*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- [14]. Tican A., Istrate I. (2013) - *Tratamentul electro-oxidant folosit pentru fitoremedierea solurilor organice poluate*, Proceedings of 6th International Conference on Energy and Environment, CIEM 2013, Bucharest, Romania, ISSN 2067 – 0893;
- [15]. Van Liedekerke M., Prokop G., Rabl-Berger S., Kibblewhite M., Louwagie G. (2014) - *Progresul în managementul solurilor contaminate din Europa*, EUR 26376, doi10.2788/4658
- [16]. Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F (2011) - *Articol retrospectiv: Poluanții organici persistenți și depozitele de deseuri – o vedere generală a ultimilor experiențe și a viitoarelor provocări*, Waste Manag Res 29: 107-121.

PRODUCTION OF *POLYPORUS SQUAMOSUS* BIOMASS IN SUBMERGED CULTURE WITH ALTERNATIVE CARBON SOURCE

OBȚINEREA DE BIOMASĂ DIN *POLYPORUS SQUAMOSUS* ÎN CULTURĂ SUBMERSĂ CU SURSE DE CARBON ALTERNATIVE

Assoc. Prof. Ph.D. Ferdeș M., Lect. Ph.D. Eng. Dincă M.

University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania
Tel: 0729821256; E-mail: marianaferdes@yahoo.com

Abstract: Production of biomass from edible mushrooms like *Polyporus squamosus*, dryad's saddle, in submerged cultures is influenced by the type of carbon source used. The aim of this paper was to test several culture media containing different sugars in order to obtain biomass from this known fungus. The fungal strain was cultivated on the orbital incubator on malt extract broth, potato dextrose broth, Czapek Dox broth and molasses. The largest amount of mycelium and the highest biomass yield were registered for the culture medium containing sugar beet molasses and salts that favored the growth of hyphae and thus the accumulation of biomass.

Keywords: microbial biomass, *Polyporus squamosus*, submerged culture, carbon source

INTRODUCTION

Many biotechnological processes have been developed to isolate microorganisms able to use organic material as a source of carbon and energy and to convert inorganic nitrogen into high-food-value proteins. These can be used in human foodstuffs or animal feed to replace traditional plant or animal sources [1, 2, 8]. The main criteria for selection of microorganisms are the nature of the raw material, the nutritional value, protein content, amino acid balance of biomass, the type of culture, nutritional requirements, type of separation, toxicological characteristics, the high specific growth rate, the ability to develop high cell density [2, 5, 6].

The principal properties of fungi are their ability to use a large number of complex growth substances such as sugars, cellulose and starch and easy recovery by simple filtration, reducing production costs.

The most important aspects of the quality of fungal biomass relate to: nutritional value of the product, safety of the product, production of protein concentrate with low content of nucleic acid and toxic substances.

Wild mushrooms are becoming more and more important in our diet for their nutritional, organoleptic, and pharmacological characteristics. Based on their high mineral content, low fat, and low calories, the nutritional values of mushrooms have already been reevaluated. Additionally, mushrooms have been known to have an effect on preventing several diseases such as cancer, hypercholesterolemia, and hypertension.

Many studies have focused on biotechnological processes for artificial cultivation of mushrooms. *Polyporus squamosus* is one of the most important cultivated mushrooms for food purpose and also it is a well studied white-rot fungus [1, 3].

Rezumat: Obținerea de biomasă din ciuperci comestibile cum este *Polyporus squamosus*, buretele de nuc, în culturi submerse este influențată de tipul sursei de carbon utilizate. Scopul lucrării a fost testarea mai multor medii de cultură conținând diferite zaharuri pentru obținerea de biomasă din acest fung cunoscut. Tulpina fungică a fost cultivată pe un incubator orbital pe mediile malt extract broth, potato dextrose broth, Czapek Dox broth și melasă. Cea mai mare cantitate de miceliu și cel mai bun randament de producție s-au înregistrat pe mediul cu melasă din sfeclă de zahăr și săruri care au favorizat creșterea hifelor și acumularea de biomasă proteică fungică.

Cuvinte cheie: biomasă microbiană, *Polyporus squamosus*, cultură submersă, sursa de carbon

INTRODUCERE

Un mare număr de procese biotehnologice au avut ca scop izolarea microorganismelor capabile să utilizeze diferite substraturi organice ca sursă de carbon și energie și să transforme azotul anorganic în biomasă proteică cu valoare nutritivă ridicată. Acest tip de proteine pot fi utilizate în alimentația omului și în furajarea animalelor și pot înlocui sursele convenționale provenite din plante și animale [1, 2, 8]. Principalele criterii de selecție a microorganismelor sunt natura materiilor prime, valoarea nutritivă, conținutul de proteină și aminoacizi, tipul culturii, cerințele nutriționale, modul de separare din mediul de cultură, caracteristicile toxicologice, viteza maximă specifică de creștere, proprietatea de a dezvolta densități celulare ridicate [2, 5, 6].

Principala caracteristică a fungilor este capacitatea lor de a utiliza un mare număr de substanțe complexe de creștere cum sunt zaharurile, celuloza și amidonul, de a fi ușor separate prin filtrare și un preț scăzut.

Cea mai importantă calitate a biomasei fungice se referă la valoarea sa nutritivă, siguranța și obținerea de concentrate proteice cu conținut scăzut de acizi nucleici și substanțe toxice.

Ciupercile devin din ce în ce mai importante pentru dieta omului datorită caracteristicilor nutriționale, organoleptice și farmacologice. Având în vedere concentrația optimă de minerale, valoarea scăzută a lipidelor și conținutului caloric, valoarea nutrițională a ciupercilor este reevaluată. În plus, se pare că unele ciuperci pot preveni unele boli cum sunt forme de cancer, hipercolesterolemia și hipertensiunea.

Au fost efectuate numeroase studii privind procesele biotehnologice de cultivare artificială a ciupercilor. *Polyporus squamosus* este una din cele mai importante ciuperci cultivate în scop alimentar implicate și în putrezirea materialului lemnos [1, 3].

Polyporus squamosus belongs to the family Polyporaceae and grows on dead wood of various trees especially walnut, but several species are found on other substrates [7, 9, 10]. *Polyporus squamosus* is an edible mushroom that has a desirable aroma and taste and adds texture to a meal [4].

MATERIAL AND METHOD

Fungal strain

The biomass production was performed using a fungal strain of *Polyporus squamosus* from the culture collection of Laboratory of Microbiology, Faculty of Biotechnical Systems Engineering. The strain was cultured in tubes on potato agar medium and preserved at 4°C.

Culture media

Several liquid culture media were used for the fungal grow: malt extract broth (Merck), potato dextrose broth (Difco), Czapek Dox broth (Oxoid) and a medium containing sugar beet molasses 100.g/L, ammonium nitrate 3 g/L, ammonium phosphate 1 g/L. The fungal strain was kept as stock culture in tubes on agar slant medium.

Fungal growth and biomass development

To estimate the growth rate on solid medium, the *Polyporus* strain was inoculated in Petri dishes onto potato dextrose agar medium and the diameter of colony was measured each day. The growth rate was calculated as diameter of colony (mm) / time (hours).

Biomass production was carried out in 500 mL Erlenmeyer flasks, on a rotary shaker, at 25°C, 150 rpm, for 72 hours. The samples were collected every day and the amount of wet biomass, the dry matter (using a thermobalance at 103°C), the total soluble solids (refractometer method), the pH were analyzed. The microscopic aspect of cultures after 72 hours of growth was described for all culture media using a FLUO 2 microscope (BEL Engineering).

RESULTS

Polyporus squamosus strain developed onto potato dextrose agar at 25°C forms white, fluffy colonies, with a growth rate of 0.57 mm/h. The growth and the aspect of *Polyporus* colony are shown in figure 1.

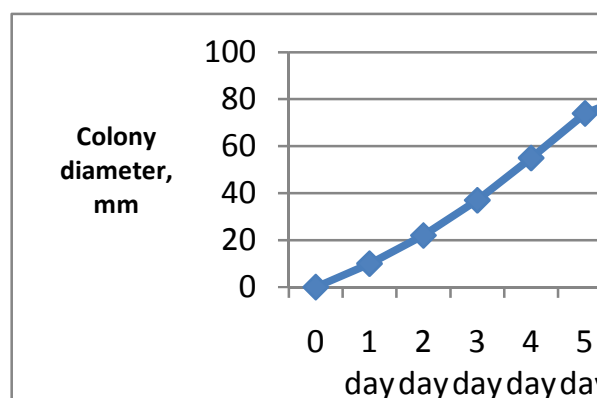


Fig. 1 – The growth of *Polyporus* colony (a) and the morpho-colonial aspect on potato dextrose agar medium/Cresterea coloniei de *Polyporus* (a) si aspectul morfo-colonial pe mediul potato-dextrose-agar

In liquid culture media, the accumulation of fungal biomass has started from day 1, correlated with the depletion of solid soluble substances. For each culture medium the dry biomass, the total soluble solids and pH values are presented in figure 2.

Polyporus squamosus face parte din familia Polyporaceae și crește în natură pe diferite specii de arbori în special nuc, dar unele specii pot utiliza și alte substraturi [7, 9, 10]. *Polyporus squamosus* are aromă și gust plăcute și conferă textură alimentelor [4].

MATERIALE ȘI METODE

Tulpina fungică

Producerea de biomasă a fost efectuată cu o tulpină fungică de *Polyporus squamosus* din colecția de culturi a Laboratorului de Microbiologie din Facultatea de Ingineria Sistemelor Biotehnice. Tulpina a fost cultivată în eprubete pe mediul potato dextrose agar și conservată la 4°C.

Medii de cultură

Pentru creșterea microorganismului au fost folosite câteva medii de cultură lichide: malt extract broth (Merck), potato dextrose broth (Difco), Czapek Dox broth (Oxoid) și un mediu conținând melasă din sfeclă de zahăr 100 g/L, azotat de amoniu 3 g/L și fosfat de amoniu 1 g/L. Cultura stoc pentru tulpina fungică a fost păstrată în slanturi pe medii agarizate.

Creșterea fungică și dezvoltarea biomasei

Rata de creștere a tulpinii de *Polyporus* s-a determinat pe mediul potato dextrose agar în cutii Petri prin măsurarea zilnică a diametrului coloniei. Rata de creștere a fost calculată ca diametrul coloniei (mm) / timp (ore).

Producerea biomasei a fost efectuată în flacoane Erlenmeyer de 500 mL pe un incubator rotativ la 25°C, 150 rpm timp de 72 de ore. Au fost recoltate zilnic probe în care s-a determinat cantitatea de biomasă umedă, biomasă uscată (la termobalanță la 103 °C), substanțele solubile totale (prin metoda refractometrică) și pH. Pentru toate mediile de cultură a fost descris aspectul microscopic al culturilor utilizând un microscop FLUO 2 (BEL Engineering).

REZULTATE

Tulpina de *Polyporus squamosus* dezvoltată pe potato dextrose agar la 25°C formează colonii albe, pufoase, cu o viteză de creștere de 0,57 mm/oră. Creșterea și aspectul coloniei de *Polyporus* sunt prezentate în figura 1.



În medii lichide acumularea de biomasă fungică a început din prima zi, proces corelat cu epuizarea substanțelor solide solubile. Pentru fiecare mediu de cultură valorile biomasei uscate, substanței solide solubile totale și pH-ului sunt prezentate în figura 2.

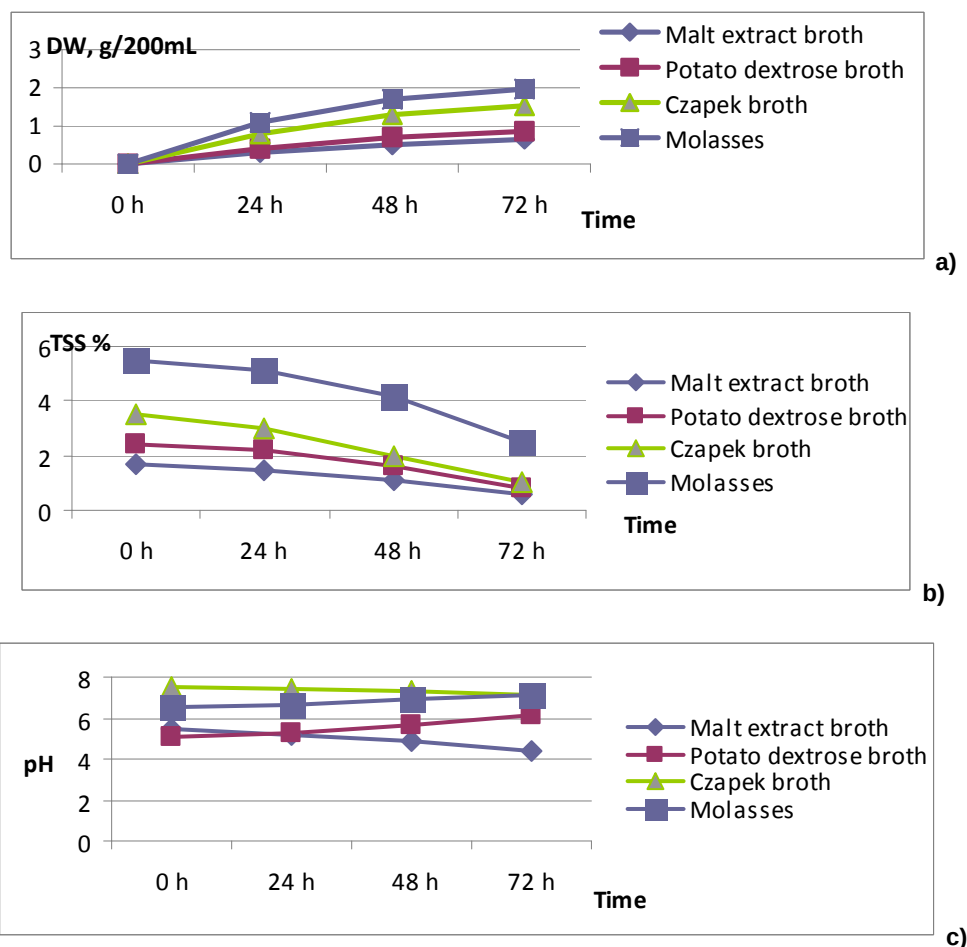


Fig. 2 - Variations of the average values of dry biomass, (a), total soluble solids (b) and pH (c) during the growth of *Polyporus squamosus* strain on malt extract broth, potato dextrose broth, Czapek Dox broth and molasses/Variatia valorilor medii pentru biomasa uscata (a), substante solubile totale (b) si pH (c) in timpul cresterii tulpinii de *Polyporus squamosus* pe malt extract, Czapek Dox si melasa

The culture media used in this experiment contain different amounts of carbon sources: in malt extract medium the main carbon source is represented by maltose and glucose; potato dextrose broth contains potato infusion and glucose; in Czapek Dox medium the unique carbon source is sucrose. The molasses medium is more complex because of the variable composition of sugar beet molasses, with a content of about 50% sugar, minerals (calcium, phosphorus, potassium, sodium, magnesium), amino acids, organic acids, betaine, other compounds.

The wet biomass was easily separated from culture medium by filtration (an obvious technological advantage) and the results for dry biomass determined using a thermobalance are shown in figure 2a.

As can be seen in this figure, the micelial growth begins from the first day. The *Polyporus* fungus is characterised by a rapid growth, a short lag phase and a short generation time. The previous studies have demonstrated that for a longer culture time (in this case 72 hours), the fungal biomass accumulation slows, and the texture of mycelium is altered.

The values of substrate content were recorded as TSS (total soluble solids, refractometric) and are presented in figure 1b. The consumption of nutrients begins in the first 24 hours and it is significantly increased in the last day.

The pH values in culture liquid differ considerably depending on the composition of media, but the variations are in neutral and acid area (figure 2c).

In table 1 the values of biomass (g/L), substrate

Mediile de cultură utilizate în experiment conțin diferite cantități de substanțe sursa de carbon: în mediul cu extract de malț principala sursă de carbon este reprezentată de maltoză și glucoză; mediul potato dextrose broth conține infuzie de cartof și glucoză; în mediul Czapek Dox zaharoza este unica sursă de carbon. Mediul cu melasă este mai complex din cauza compoziției variabile a melasei din sfeclă de zahăr, cu un conținut de aproximativ 50% sucroză, minerale (calciu, fosfor, potasiu, sodiu, magneziu), aminoacizi, acizi organici, betaină, alți compuși.

Biomasa umedă a fost ușor separată prin filtrare din mediul de cultură (un avantaj tehnologic evident); rezultatele pentru biomasa uscată determinată la o termobalanță sunt prezentate în figura 2a.

După cum se poate observa din figură, creșterea miceliului începe din prima zi. Fungul *Polyporus* se caracterizează printr-o creștere rapidă, o fază de lag scurtă și un timp de generație mic. Studiile anterioare au demonstrat că pentru un timp de dezvoltare mai lung (în acest caz 72 de ore), acumularea de biomasă fungică încetinește și textura miceliului este alterată.

Valorile concentrației substratului au fost înregistrate ca TSS (substanțe solide solubile, refractometric) și sunt prezentate în figura 2b. Consumul de nutrienți începe din primele 24 de ore și este semnificativ crescut în ultima zi.

Valorile pH în lichidul de cultură diferă considerabil în funcție de compoziția mediului, dar variațiile se situează în zona neutră și slab acidă (figura 2c).

În tabelul 1 sunt prezentate valorile biomasei ((g/L),

consumption (g/L) and biomass yield are shown. The dry biomass (g/L) varied considerably for each culture medium with different carbon source: in potato dextrose broth containing glucose and infusion of potato as main carbon source the determined value was 4.3 g/L (the lowest amount). For sucrose in molasses as carbon source, the dry biomass was 9.8 g/L.

The highest yield (biomass / consumed substrate), 29% is recorded for the molasses medium, containing water, molasses and salts. In the malt extract medium the growth was poor. Thus, to produce large amount of fungal biomass the use of cheap culture media like sugar beet molasses represents an effective way.

consumului de substrat (g/L) și ale randamentului în biomasă. Biomasă uscată variază considerabil pentru fiecare mediu de cultură cu diferite surse de carbon: în potato dextrose broth conținând glucoză și infuzie de cartof ca sursă principală de carbon valoarea determinată a fost 4,3 g/L (cea mai mică valoare). Pentru zaharoza din melasă ca sursă de carbon biomasă uscată a fost 9,8 g/L.

Cel mai bun randament (biomasă / substrat consumat), 29% s-a înregistrat pentru mediul cu melasă conținând apă, melasă și săruri. În mediul cu extract de malț creșterea a fost slabă. Astfel, pentru a produce cantități mari de biomasă fungică utilizarea unui mediu de cultură ieftin ca melasa din sfeclă de zahăr reprezintă o modalitate eficientă.

Table 1

Values of wet and dry biomass (after 72 hours), substrate consumption and biomass yield

Culture medium	Wet biomass (g/L)	Dry biomass (g/L)	Substrate consumption (g/L)	Biomass yield (%)
Czapek Dox broth	36.95	7.66	27	28.3
Potato dextrose broth	23.55	3.27	13	25.1
Malt extract broth	22.5	4.32	19	22.7
Molasses	61.25	9.86	34	29.0

The images of *Polyporus squamosus* mycelium shown in figure 2 demonstrate a good growth on all the substrates, but the best conditions seems to be the molasses culture medium. The hyphae form filamentous structures that facilitate the filtration of biomass as can see in the first 4 images (a, b, c, d). On microscopic slides the fungal mycelium consists of numerous vegetative hyphae, 1-5 μm in diameter, that extend continuously at their extreme tips. Especially in molasses culture medium the hyphal associations are visible figure 2h).

Imaginile miceliului de *Polyporus squamosus* prezentate în figura 2 demonstrează o creștere bună pentru toate substratoarele, dar cele mai bune condiții par să fie în cazul mediului cu melasă. Hifele formează structuri filamentoase care facilitează filtrarea biomasei după cum se poate vedea în primele 4 imagini (a, b, c, d). Pe lamele microscopice miceliul fungic se prezintă ca numeroase hife vegetative cu diametrul de 1-5 μm , care se extind continuu prin vârfurile extreme. Asocierile hifale sunt vizibile în special în mediul de cultură cu melasă (figura 2h).

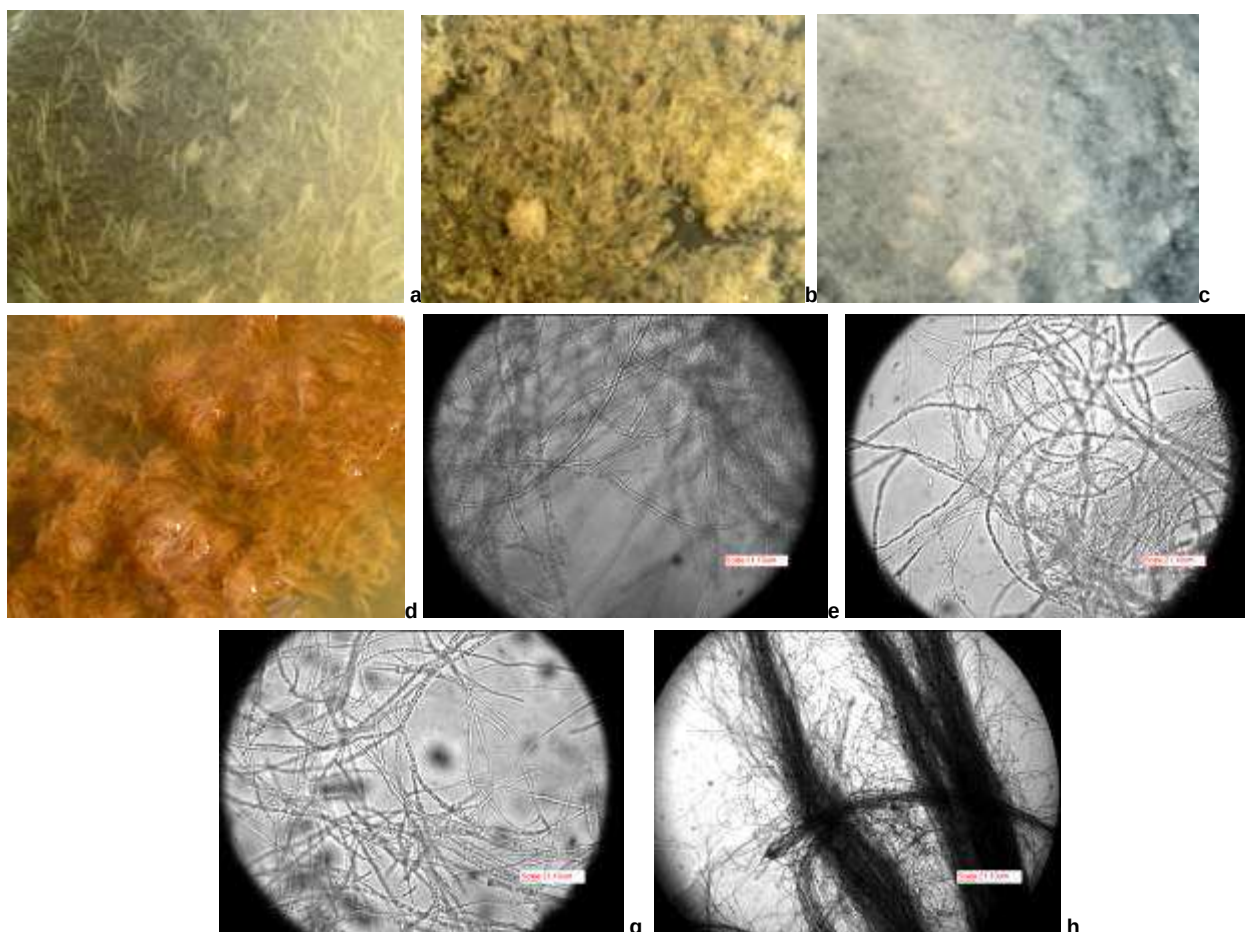


Fig. 2 - Images of fungal biomass produced in malt extract broth (a, e), potato dextrose broth (b, f), Czapek Dox broth (c, g) and molasses (d, h) media (a, b, c, d – mycelium in liquid media, e, f, g, h – hyphae on microscope camera)

In all liquid media, *Polyporus squamosus* formed white cotton-like micelium and increased the viscosity of culture medium (figure 2 a, b, c, d). This fungus has a high grow rate and produces large amounts of biomass in culture media containing sugars as carbon source.

The metabolic versatility of the genus *Polyporus* makes this fungal group can be grown in most varied conditions and in different nutritive media.

CONCLUSIONS

Microorganisms such as bacteria, algae and fungi have been considered as protein sources. Culture of fungi for its nutritional value using carbon substrates such as molasses is well known and best accepted by consumers.

Polyporus squamosus is an edible mushroom with a good taste and flavor that can be grown in submerged culture on nutritive media.

Polyporus squamosus strain was cultivated to produce microbial biomass using different carbon sources: glucose, maltose, sucrose, potato infusion, molasses contained in four culture media.

The dry weight, pH, total soluble solids values were analyzed for: malt extract broth, potato dextrose broth, Czapek Dox broth and molasses culture medium. The fungal strain was grown on an orbital shaker, at 25°C, 150 rpm, for 72 hours.

The mycelium was easily separated from the culture and then dry to obtain a biomass used in food industry and in feedstuff.

The highest value of biomass yield (29%) was recorded for molasses culture, containing sucrose as carbon source, ammonium nitrate and ammonium phosphate.

On microscopic slides, the fungal culture consists of vegetative hyphae with 1-5 µm in diameter that forms thicker filaments especially in molasses medium.

REFERENCES

- [1]. Antov M.G., Pericin D.M., Dimitri G.R. (2001) - *Cultivation of Polyporus squamosus for pectinase production in aqueous two-phase system containing sugar beet extraction waste*, Journal of biotechnology 91(1), pg. 83-7;
- [2]. Archer D.B., Connerton I.F., MacKenzie D.A. (2008) - *Filamentous Fungi for Production of Food Additives and Processing Aids*, Adv. Biochem. Engin/Biotechnol, Springer-Verlag Berlin;
- [3]. Perićin D.M., Radulović L.M. and Ćurćin S.S. (2004) (2004) - *Extraction of endo-pectinase activity from the culture filtrate of Polyporus squamosus by aqueous two-phase systems composed of low molecular mass polyethylene glycol and phosphate salt*, APTEFF Journal, vol. 35, 215-224;
- [4]. Ergönül P., Akata I., Kalyoncu F., Ergönül B., (2013) - *Fatty Acid Compositions of Six Wild Edible Mushroom Species*, Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal, Volume 2013, Article ID 163964, 4 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/163964>;
- [5]. Ferdeş M. (2008) - *Microbiology*, I, Publishing Printech, Bucharest;
- [6]. Jay J.M., Loessner M.J., Golden D.A. (2005) - *Modern Food Microbiology*, 7th ed., Springer Science NY;
- [7]. Kavanagh K. (2003) - *Fungi: biology and applications*, Wiley Ed.;
- [8]. Keleş A., Koca I., Genççelep H., (2011) - *Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms*,

În toate mediile lichide, *Polyporus squamosus* formează miceliu cu aspect de fibre de bumbac și determină creșterea vâscozității (figura 2 a, b, c, d). Fungul are o rată de creștere înaltă și produce cantități mari de biomasă în mediile de cultură conținând zaharuri ca sursă de carbon.

Versatilitatea metabolică a genului *Polyporus* face ca fungii din acest grup să poată fi crescuți în cele mai variate condiții și în diferite medii nutritive.

CONCLUZII

Microorganismele ca bacteriile, algele și fungii sunt considerate ca surse de proteine. Cultura fungilor pentru valoarea lor nutritivă utilizând surse de carbon ca melasa este cunoscută și cel mai bine acceptată de consumatori.

Polyporus squamosus este o ciupercă comestibilă cu un gust și aromă bune, care poate fi crescută în cultură submersă pe medii nutritive.

O tulpină de *Polyporus squamosus* a fost cultivată în scopul producerii de biomasă utilizând diferite surse de carbon: glucoză, maltoză, zaharoză, infuzie de cartof, melasă conținute în patru medii de cultură.

Valorile biomasei uscate, pH-ului, substanțelor solubile totale au fost analizate pentru următoarele medii de cultură: supă de extract de malt, supă de dextroza de cartofi, supă de Czapek Dox și melasă. Tulpina fungică a fost crescută pe un incubator orbital la 25°C, 150 rpm timp de 72 ore.

Miceliul a fost separat din cultură și apoi uscat pentru obținerea de biomasă utilizată în industria alimentară și în furajarea animalelor.

Cea mai mare valoare a randamentului în biomasă (29%) s-a înregistrat pentru mediul de cultură cu melasă, conținând zaharoză ca sursă de carbon, azotat de amoniu și fosfat de amoniu.

Pe preparatele microscopice, cultura fungică constă din hife vegetative cu diametrul de 1-5 µm, care formează filamente mai groase în special în mediul cu melasă.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Antov M.G., Pericin D.M., Dimitri G.R. (2001) - *Cultivarea Polyporus squamosus pentru producerea de pectinază în sistem bifazic apos conținând deșeuri de la extracția sfelei de zahăr*, Journal of biotechnology 91(1), pag. 83-7;
- [2]. Archer D.B., Connerton I.F., MacKenzie D.A. (2008) - *Fungi filamentosi pentru producția de aditivi alimentari și amelioratori de procesare*, Adv. Biochem. Engin/Biotechnol, Springer-Verlag Berlin;
- [3]. Perićin D.M., Radulović L.M. and Ćurćin S.S. (2004) - *Extracția de endo-pectinaze din filtratul de cultură de Polyporus squamosus în sistem bifazic compus din polietilen glicol și fosfat cu masă moleculară mică*, Jurnalul APTEFF, vol. 35, pag. 215-224;
- [4]. Ergönül P., Akata I., Kalyoncu F., Ergönül B. (2013) - *Compoziția în acizi grași a șase specii de ciuperci comestibile*, Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal, Volume 2013, Article ID 163964, 4 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/163964>;
- [5]. Ferdeş M., (2008) - *Microbiologie*, I, Editura Printech, București;
- [6]. Jay J.M., Loessner M.J., Golden D.A. (2005) - *Microbiologie alimentară modernă*, 7th ed., Springer Science NY;
- [7]. Kavanagh K. (2003) - *Fungi: biologie și aplicații*, Wiley Ed.;
- [8]. Keleş A., Koca I., Genççelep H., (2011) - *Proprietățile*

Journal Food Process Technology, vol. 2 (6), electronic form, <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7110.10001>;
[9]. Mfombep P., Senwo Z., Isikhuemhen O. (2013) - *Enzymatic activities and kinetic properties of β -glucosidase from selected white rot fungi*, Advances in Biological Chemistry, vol. 3, pg. 198-207;
[10]. Sotome K., Hattori T., Ota Y. (2008) - *Phylogenetic relationships of Polyporus and morphologically allied genera*, Mycologia, vol. 100(4), pg. 603–615.

de antioxidant ale ciupercilor sălbatice comestibile, Jurnalul Tehnologia Proceselor Alimentare, vol. 2 (6), articol format electronic, <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7110.10001>;
[9]. Mfombep P., Senwo Z., Isikhuemhen O. (2013) – *Activitatea enzimatică și proprietățile cinetice ale β -glucosidazei din fungi de putrezire a lemnului*, Advances in Biological Chemistry, vol. 3, pag. 198-207;
[10]. Sotome K., Hattori T., Ota Y. (2008) – *Relații filogenetice ale genului Polyporus și ale genurilor înrudite*, Mycologia, 100(4), pp. 603–615.

INDOOR ENVIRONMENTAL MONITORING OF CLEAN ROOMS

MONITORIZAREA MEDIULUI DIN SPAȚII STERILE

Lect. Ph.D. Eng. Safta V.V.¹⁾, Eng. S.R. Ciucă V.C.²⁾¹⁾University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania²⁾N.S. "Pasteur Institute" Bucharest / Romania

Tel: 0724017310; E-mail: saftavictorviorel@yahoo.com

Abstract: The paper presents current methods indicated by international regulations related to environmental monitoring in cleanrooms [3, 4] and how they have been applied in the Vaccines Liquid Conditioning - Aseptic Filling Department of the National Society "PASTEUR INSTITUTE" Bucharest, in the case of avian live vaccines series conditioning.

Keywords: cleanrooms, monitoring, environment, vaccines

INTRODUCTION

Injectable biological products (hyper-immune serums, vaccines, diagnostic reagents) must be sterile, free of bacterial and fungal contaminants. In addition, live influenza vaccines, besides that they must be sterile, they must also be free of mycoplasma.

The manufacture of sterile biological products require special requirements in order to minimize the risk of microbial contamination [1].

To the manufacture of medicinal and biological sterile products, four grades of cleanliness of their production areas can be normally differentiate, namely:

- *grade A*: the working points with high-risk operations, eg: the filling area, the plugs application area, open ampoules and vials, aseptic connection points;
- *grade B*: the environment for grade A areas, in the case of aseptic preparation and filling;
- *grades C / D*: the areas where less critical stages in the manufacture of the sterile products are performed.

Recommended limits for microbial contamination by GMP [3] are shown in Table 1.

Rezumat: În lucrare sunt prezentate metode actuale, indicate de reglementările internaționale de monitorizare a mediului din spațiile sterile [3, 4], precum și modul de aplicare a acestora în cadrul Secției Condiționare Lichidă – Umplere Aseptica Vaccinuri din cadrul Societății Naționale "INSTITUTUL PASTEUR" S.A. din București în cazul condiționării unor serii de vaccinuri aviare vii.

Cuvinte cheie: spații sterile, monitorizare, mediu, vaccinuri

INTRODUCERE

Produsele biologice injectabile (seruri hiperimune, vaccinuri, reagenți de diagnostic) trebuie să fie sterile, fără contaminanți bacterieni și fungici. În plus, la vaccinurile aviare vii, pe lângă faptul că trebuie să fie sterile, acestea trebuie să fie și lipsite de mycoplasma.

Fabricația de produse biologice sterile impune cerințe speciale în vederea minimizării riscurilor de contaminare microbiană [1].

Pentru fabricația de produse medicamentoase și biologice sterile, se diferențiază în mod normal 4 clase de curățenie a spațiilor de producere a acestora, și anume:

- *clasa A*: punctele de lucru pentru operații cu înalt grad de risc, ca de exemplu: zona de umplere, zona de aplicare a dopurilor, fiole și flacoane deschise, puncte de conexiune aseptice;
- *clasa B*: mediul inconjurator pentru zonele de clasa A, în cazul preparării și umplerii aseptice;
- *clasele C/D*: zonele de curățenie pentru efectuarea etapelor mai puțin critice, în fabricația produselor sterile.

Limitele recomandate pentru contaminarea microbiană de către normele G.M.P. [3] sunt prezentate în tabelul 1.

Table 1

Microbiological Contamination Recommended Limits for Clean Room Grades [WHO 2002]

CLEAN ROOM GRADES	MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION RECOMMENDED LIMITS		
	Aerobiological sampling [CFU/m ³ air]	Sedimentation on Petri plates (φ=90 mm) [CFU/4h]	Fingerprints [CFU/fingerprint]
A	< 1	< 1	< 1
B	10	5	5
C	100	50	-
D	200	100	-

CFU - colonies forming unit

UFC - unități formatoare de colonii

The control of the efficiency of the decontamination means applied in the areas of production, conditioning and control of avian vaccines produced by National Society "PASTEUR INSTITUTE", namely the second conditioning sterile liquid products line of Vaccines Liquid Conditioning - Aseptic Filling Department, to ensure compliance with cleanliness levels, was performed by the air volume sampling method using SARTORIUS AirPort MD8 sampler and by Koch sedimentation method on culture media Petri plates.

MATERIAL AND METHOD

The air sampler (see Figure 1) SARTORIUS AirPort MD8 [5] operates on the principle of air aspiration and

Controlul eficienței mijloacelor de decontaminare aplicate în ariile de producție, condiționare și control a vaccinurilor aviare produse de Societății Naționale "INSTITUTUL PASTEUR" S.A. și anume pe linia a II-a de condiționare a produselor lichide sterile a Secției Condiționare Lichidă – Umplere Aseptica Vaccinuri, în vederea asigurării conformității cu nivelele de curățenie, s-a realizat folosind metoda prelevării volumetrică de probe de aer utilizând prelevatorul SARTORIUS AirPort MD8 și metoda de sedimentare Koch pe plăci Petri cu medii de cultură.

MATERIAL ȘI METODĂ

Prelevatorul de probe de aer (vezi figura 1) SARTORIUS AirPort MD8 [5] funcționează pe principiul

retention of the microorganisms on gelatin filters or culture media filtrable plates.

aspirării aerului și a retenției microorganismelor pe filtre de gelatina sau pe plăci filtrante cu medii de cultură.



Fig. 1 – The portable air sampler SARTORIUS AirPort MD8 [5] (general view - left, control panel - right)

It has a plastic housing with an ergonomic shaping handle to easy carrying.

In its front, the instrument has the air inlet opening with a female bayonet-type connection for attaching adapters for gelatin filters or culture media filtrable plates disposal. At the back of the sampler is situated the air outlet which is in such a way designed and shaped to allow the instrument to operate in a vertical position when it is supported on its back.

The top of the instrument holds the control panel which allows an easily setting of: *the sample air volume [l]*, which can take the values: 25 l, 50 l, 100 l, 250 l, 500 l, 750 l and 1000 l and *the air sampling flow rate [l/min]*, which can take the values 30 l/min, 40 l/min, 50 l/min and 125 l/min.

Sampler is powered by a rechargeable battery.

The gelatin filters (see Figure 2 left) have the following characteristics: diameter 80 mm, 3 μ m filter pores diameter, specific flow rate of air flow 2.2-3.2 l/min.cm², operating conditions: 30°C maximum temperature and and 80% maximum relative humidity (for example for *Bacillus subtilis niger* the retention capacity is 99.9995%, at an air flow speed of 0.25 m/s).

The culture media filtrable plates (see Figure 2 right) have the following characteristics: diameter 116 mm, height 24 mm, 400 holes with a diameter of 0.47 mm they and retain particles with dimensions >0.65 μ m at an air flow speed of 0.3 m/s. The culture medium filtrable plates are of two types, as follows:

- with Sabouraud Agar media, for detecting the contamination with fungus (for example: *Candida albicans* and *Aspergillus niger*) [6];
- with Tryptic Soy Agar media (TSA), for detecting the contamination with bacteria and fungus (for example: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* and *Aspergillus niger*) [7].

In order to harvest sanitation samples with the air sampler SARTORIUS AirPort MD8, the methodology is as follows:

Acesta are carcasa din plastic având un mâner ergonomic pentru transportarea sa cu ușurință.

La partea sa frontală aparatul are gura de admisie a aerului, dotată cu un sistem cuplare a adaptoarelor pentru fixarea filtrelor cu gelatină sau a plăcilor filtrante cu medii de cultură. La partea posterioară a prelevatorului se găsește orificiul de evacuare a aerului prelevat care este astfel conceput și profilat încât să permită funcționarea aparatului și în poziție verticală, atunci acesta este sprijinit pe partea sa posterioară.

Pe partea superioară a prelevatorului se găsește panoul de comandă prin intermediul căruia se poate seta cu ușurință volumul de aer al probei prelevate [l], care poate lua valorile: 25 l, 50 l, 100 l, 250 l, 500 l, 750 l și 1000 l și debitul de prelevare al probei [l/min], care poate lua valorile: 30 l/min, 40 l/min, 50 l/min și 125 l/min.

Prelevatorul este alimentat cu un acumulator reîncărcabil.

Filtrele de gelatină (vezi figura 2 stânga) au următoarele caracteristici: diametru 80 mm, pori cu diametre de 3 μ m, debitul specific al fluxului de aer de 2,2-3,2 l/min.cm², condiții de utilizare: 30°C temperatură maximă și 80% umiditate relativă maximă (de exemplu, pentru *Bacillus subtilis niger* capacitate de retenție este 99,9995%, la o viteză a fluxului de aer de 0,25 m/s).

Plăcile filtrante cu medii de cultură (vezi figura 2 dreapta) au următoarele caracteristici: diametru 116 mm, înălțime 24 mm, 400 orificii cu diametre de 0,47 mm și rețin particule cu dimensiuni >0,65 μ m la o viteză a fluxului de aer de 0,3 m/s. Plăcile filtrante cu medii de cultură sunt de două tipuri și anume:

- cu mediu Sabouraud Agar, destinate detectării contaminării cu fungi (de exemplu: *Candida albicans* și *Aspergillus niger*) [6];
- cu mediu Tryptic-Soy Agar (TSA), destinate detectării contaminării cu bacterii și fungi: (de exemplu: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* și *Aspergillus niger*) [7].



Fig. 2 – Gelatin filters (left) and culture media plates (right) for portable air sampler SARTORIUS AirPort MD8 [5]

- the air sampler is placed in the tested sterile area (clean room);

- a gelatin filter or a culture media filtrable plate is connected to the air inlet opening of the sampler as follows: the gelatin filter or the culture media filtrable plate is removed from the envelope in which it was packed, in sterile conditions (in a laminar flow hood), is fixed at the inlet of the sampler through its adapter and is covered with sterile aluminum foil which will detach only in the place to be sampled;

- from the control panel are set the values of the sample air volume and of the air sampling flow rate;

- the sampler is turned on and is timed the duration of air sampling;

- after the sampler stops operating, the gelatin filter or the culture media filtrable plate is detached under sterile conditions;

- if a gelatin filter has been used, that will be deposited on Petri plates with TSA and Sabouraud culture media, which are incubated for 24-48 hours at a temperature of 30-35°C, in the case of deposition on TSA media plates for bacteria detection, or are incubated for 14 days at a temperature of 20-25°C, in the case of deposition on Sabouraud media plates for fungus detection;

- if a TSA culture media filtrable plates has been used, that will be incubated for 22 ± 2 hours at a temperature of 30-35°C for the development of the following bacteria: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and for 3 - 5 days at a temperature of 30-35°C for the development of fungi *Candida albicans* and *Aspergillus niger*;

- if a Sabouraud culture media filtrable plates has been used, that will be incubated for 3-5 days at a temperature of 20-25°C;

- after the end of the prescribed incubation period the colonies developed on rich media are numbered, these representing the number of viable organisms which were collected in the air sample and then the number of viable organisms is reported to the number of m³ of the air sample.

In order to harvest the sanitation samples using the Koch sedimentation sampling method sanitation, which is the traditional method, the methodology is as follows:

- there are identified the areas with the greatest contamination risk of the sterile space (clean room), in which will be placed Petri plates;

- it will be used Petri plates with the following culture media: blood-agar and Sabouraud-agar;

- after the Petri plates are placed in the designated places is timed the exposure duration of the plates, which can vary in the range: 30 minutes to 4-6 hours (the standard duration: 4 hours), depending on the immediately intended use of the sterile space;

- at the expiration of the exposure period, the Petri plates are covered with lids and packaged in protective foil;

- the processing of the sanitation samples collected by Koch sedimentation method is as follows:

- the blood-agar Petri plates are thermostated for 48 hours at a temperature of 35-37°C and the Sabouraud-agar Petri plates are thermostated for 10-14 days at a temperature of 27 - 28°C;

- the colonies developed on blood-agar (nutritive agar) are counted and represent the number of viable bacteria which were harvested in the analysed sterile space (clean room);

- from the colonies developed on the nutritive-agar is made a Gram stained smear in order to identify the type of contaminant;

În vederea recoltării probelor de sanitație cu prelevatorul de probe de aer SARTORIUS AirPort MD8, metodologia de lucru este următoarea:

- se amplasează prelevatorul de probe de aer în spațiul steril care se testează;

- se cuplează la gura de admisie a prelevatorului un filtru de gelatină sau o placă filtrantă cu mediu de cultură astfel: se scoate filtrul de gelatină sau placa cu mediu de cultură din plicul în care au fost ambalate, în condiții sterile (în hotă cu flux laminar), se fixează la gura de admisie a prelevatorului prin intermediul adaptoarelor acestora și se acoperă cu folie de aluminiu sterilă care se va detașa doar la locul unde se vor preleva probe;

- se setează de la panoul de comandă valorile volumului probei de aer și debitul de prelevare a probei de aer;

- se pune în funcțiune prelevatorul și se cronometrează durata de preluare a probei de aer;

- după ce prelevatorul se oprește din funcționare, se detașează filtrul de gelatină sau placa cu mediu de cultură în condiții sterile;

- dacă s-a folosit un filtru de gelatină acesta se va depune pe plăci Petri cu medii de cultură TSA sau Sabouraud, care se incubează timp de 24-48 ore la o temperatură de 30-35°C, în cazul depunerii pe plăci cu mediu TSA pentru detecția bacteriilor, sau se incubează timp de 14 zile la o temperatură de 20-25°C, în cazul depunerii pe plăci cu mediu Sabouraud pentru detecția fungilor;

- dacă s-a folosit o placă filtrantă cu mediu de cultură TSA, aceasta se incubează timp de 22±2 ore la o temperatură de 30-35°C, pentru dezvoltarea următoarelor bacterii: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* și timp de 3 - 5 zile la o temperatură de 30-35°C, pentru dezvoltarea fungilor *Candida albicans* și *Aspergillus niger*;

- dacă s-a folosit o placă filtrantă cu mediu de cultură Sabouraud, aceasta se incubează timp de 3 - 5 zile la o temperatură de 20-25°C;

- după terminarea perioadei de incubare prescrise se numără coloniile dezvoltate pe mediul îmbogățit, ele reprezentând numărul de microorganisme viabile care au fost prelevate în proba de aer și se raportează la numărul de m³ de aer al probei.

La recoltarea probelor de sanitație prin metoda de sedimentare Koch, care este metoda clasică, metodologia de lucru este următoarea:

- se identifică zonele cu cel mai înalt grad de risc la contaminare din spațiul steril, acolo unde se vor plasa plăcile Petri;

- se vor utiliza plăci Petri cu medii de cultură: agar-sânge și agar-Sabouraud;

- după plasarea plăcilor Petri se cronometrează durata de expunere a plăcilor, care poate varia de la 30 minute până la 4-6 ore (standard 4 ore), în funcție de destinația imediată a spațiului steril;

- la expirarea perioadei de expunere, se acoperă plăcile Petri cu capace și se ambalează în folie protectoare;

- prelucrarea probelor de sanitație recoltate prin metoda de sedimentare Koch este următoarea:

- plăcile Petri cu agar-sânge se termostatează timp de 48 ore la o temperatură de 35-37°C, iar plăcile Petri cu agar-Sabouraud se termostatează timp de 10-14 zile la o temperatură de 27 - 28°C;

- se numără coloniile dezvoltate pe agarul-sânge (agar nutritiv), care reprezintă numărul de bacterii viabile care au fost recoltate din spațiul steril analizat;

- din coloniile dezvoltate pe agarul nutritiv se execută un frotiu colorat Gram, pentru identificarea tipului de contaminant;

- the developed on Sabouraud-agar are counted and represent the number of viable fungi which were harvested in the analysed sterile space (clean room);
 - the number of bacteria or fungi expressed per m³ of air from the analyzed sterile space (clean room) can be calculated by Omeliansky's formula (Equation 1):



$$\text{nr. germe} \text{ pe m}^3 \text{ aer} = \frac{10000 \cdot N}{S \cdot T/5}$$

(1)

in which:

N - number of counted colonies;
 S [mm²] - the surface of the Petri plates;
 T [min] - exposure time (5 minutes or multiples of 5 minutes).

RESULTS

The sanitation samples were conducted on the second conditioning sterile liquid products line of *Vaccines Liquid Conditioning - Aseptic Filling Department* of the National Society "PASTEUR INSTITUTE" in May-June 2014 period, for the conditioning of two series of avian vaccines, namely: Newvac La Sota, series 38 and Newvac LS series 79.

The sterility of the controlled space (clean room) was made both by the method of air volumetric sampling using SARTORIUS AirPort MD8 sampler and by Koch sedimentation method in Petri plates.

In order to carry out air samples with Sartorius AirPort MD8 sampler, it was successively fitted with culture media filtrable plates, both of TSA and Sabouraud types; In accordance with the volume of the clean room, the device was set to take sample with collected air volume of 500 l at an air flow rate of 125 l/min. The sanitation test results with SARTORIUS AirPort MD8 sampler are synthetically presented in Tables 2 and 4.

In order to carry out the air samples by means of Koch sedimentation method it were concomitantly used Petri plates both with blood-agar culture media and with Sabouraud-agar culture media; the locations of the Petri plates were situated in the critical points of the vaccines conditioning line, concerning the bacterial and fungal sterility, namely: to the dosing machine on the rotating disc, along the conditioning line, at the level of the plugs vibrator, at the level of the capsules vibrator and at the level of the encapsulation device. Note that the choice of the locations of the Petri plates was made respecting the recommendations of [2]. The sanitation test results by sedimentation on Petri plates are synthetically presented in Tables 3 and 5.

- se numără coloniile dezvoltate pe agarul Sabouraud, care reprezintă numărul de fungi viabili care au fost recoltate din spațiul steril analizat.

- numărului de bacterii sau de fungi exprimat pe m³ de aer din spațiul steril analizat se poate calcula folosind formula lui Omeliansky (relația 1):

în care:

N - numărul de colonii numărate;
 S [mm²] - suprafața cutiilor Petri;
 T [min] - timpul de expunere (5 minute sau multiplu de 5 minute).

REZULTATE

Probele de sanitație au fost efectuate pe linia a II-a de condiționare a produselor lichide sterile a *Secției Condiționare Lichidă - Vaccinuri* din Societatea Națională "INSTITUTUL PASTEUR" S.A., în perioada mai-iunie 2014 în vederea condiționării a două serii de vaccinuri aviare și anume: Newvac La Sota, seria 38 și Newvac LS, seria 79.

Sterilitatea spațiului controlat s-a făcut în atât prin metoda prelevării volumetrice de probe de aer utilizând prelevatorul SARTORIUS AirPort MD8, cât și prin metoda de sedimentare Koch pe plăci Petri.

În vederea efectuării probelor de aer cu prelevatorul SARTORIUS AirPort MD8, acesta a fost echipat succesiv cu plăci filtrante cu mediu de cultură, atât de tip TSA cât și de tip Sabouraud; în conformitate cu volumul incintei, aparatul a fost setat să preia un volumul de aer al probei prelevate de 500 l la un debit de prelevare al probei de 125 l/min. Rezultatele testelor de sanitație cu prelevatorul SARTORIUS AirPort MD8 sunt prezentate sintetic în tabelele 2 și 4.

În vederea efectuării probelor de aer prin metoda de sedimentare Koch s-au utilizat concomitent plăci Petri cu mediu de cultură agar-sânge și plăci Petri cu mediu de cultură agar Sabouraud; locurile de amplasare a plăcilor Petri au fost situate în puncte critice ale liniei de condiționare a vaccinurilor din punct de vedere al sterilității bacteriene și fungice și anume: la mașina de dozat pe discul rotativ, de-a lungul liniei de condiționare, la nivelul vibratorului de dopuri, la nivelul vibratorului de capsule și la nivelul corpului de capsulare. De menționat că alegerea locurilor de amplasare a plăcilor Petri s-a făcut respectând recomandările din [2]. Rezultatele testelor de sanitație prin sedimentare pe plăci Petri sunt prezentate sintetic în tabelele 3 și 5.

Table 2

Air samples in the aseptic filling area of Newvac La Sota vaccine, series 38

Number of culture media plate	Type of culture media	Date and time of sampling	Incubation	Number of germs developed after incubation [UFC/m ³]	Clean room grade
1	TSA	29.05.2014 11:00 - 11:04	22±2 h at 30-35°C 3-5 days at 30-35°C	0	A
2	TSA	29.05.2014 11:05 - 11:09	22±2 h at 30-35°C 3-5 days at 30-35°C	0	A
3	Sabouraud	29.05.2014 11:10 - 11:14	3-5 days at 20-25°C	0	A
4	Sabouraud	29.05.2014 11:15 - 11:19	3-5 days at 20-25°C	0	A
5	TSA	29.05.2014 13:00 - 13:04	22±2 h at 30-35°C 3-5 days at 30-35°C	0	A
6	Sabouraud	29.05.2014 13:10 - 13:14	3-5 days at 20-25°C	0	A
7	Sabouraud	29.05.2014 13:15 - 13:19	3-5 days at 20-25°C	0	A

Table 3

Sediment samples in Petri plates with culture media in the aseptic filling area of Newvac La Sota vaccine, series 38

Number of culture media plate	Type of culture media	Date and time of sampling	Incubation	Number of germs developed after incubation [UFC/m ³]	Clean room grade
1	agar-sânge	06.05.2014 10:00 - 12:00	48 h at 35-37°C	0	A
2	agar-sânge	06.05.2014 10:00 - 12:00	48 h at 35-37°C	0	A
3	Sabouraud	06.05.2014 10:00 - 12:00	10-14 days at 27-28°C	0	A
4	Sabouraud	06.05.2014 10:00 - 12:00	10-14 days at 27-28°C	0	A
5	agar-sânge	06.05.2014 12:00 - 14:00	48 h at 35-37°C	0	A
6	Sabouraud	06.05.2014 12:00 - 14:00	10-14 days at 27-28°C	0	A
7	Sabouraud	06.05.2014 12:00 - 14:00	10-14 days at 27-28°C	0	A

Table 4

Air samples in the aseptic filling area of Newvac LS vaccine, series 79

Number of culture media plate	Type of culture media	Date and time of sampling	Incubation	Number of germs developed after incubation [UFC/m ³] / [CFU/m ³]	Clean room grade
1	TSA	03.06.2014 11:00 - 11:04	22±2 h at 30-35°C 3-5 days at 30-35°C	0	A
2	TSA	03.06.2014 11:05 - 11:09	22±2 h at 30-35°C 3-5 days at 30-35°C	0	A
3	Sabouraud	03.06.2014 11:10 - 11:14	3-5 days at 20-25°C	0	A
4	Sabouraud	03.06.2014 11:15 - 11:19	3-5 days at 20-25°C	0	A
5	TSA	03.06.2014 13:00 - 13:04	22±2 h at 30-35°C 3-5 days at 30-35°C	0	A
6	TSA	03.06.2014 13:05 - 13:09	22±2 h at 30-35°C 3-5 days at 30-35°C	0	A
7	Sabouraud	29.05.2014 13:10 - 13:14	3-5 days at 20-25°C	0	A
8	Sabouraud	29.05.2014 13:15 - 13:19	3-5 days at 20-25°C	0	A

Table 5

Sediment samples in Petri plates with culture media in the aseptic filling area of Newvac LS vaccine, series 79

Number of culture media plate	Type of culture media	Date and time of sampling	Incubation	Number of germs developed after incubation [UFC/m ³]	Clean room grade
1	agar-sânge	06.05.2014 10:00 - 12:00	48 h at 35-37°C	0	A
2	agar-sânge	06.05.2014 10:00 - 12:00	48 h at 35-37°C	0	A
3	Sabouraud	06.05.2014 10:00 - 12:00	10-14 days at 27-28°C	0	A
4	Sabouraud	06.05.2014 10:00 - 12:00	10-14 days at 27-28°C	0	A
5	agar-sânge	06.05.2014 12:00 - 14:00	48 h at 35-37°C	0	A
6	agar-sânge	06.05.2014 12:00 - 14:00	48 h at 35-37°C	0	A
7	Sabouraud	06.05.2014 12:00 - 14:00	10-14 days at 27-28°C	0	A
8	Sabouraud	06.05.2014 12:00 - 14:00	10-14 days at 27-28°C	0	A

CONCLUSIONS

On the second conditioning sterile liquid products line of *Vaccines Liquid Conditioning - Aseptic Filling Department* of the National Society "PASTEUR INSTITUTE", sanitation tests were conducted during May-June 2014 period, for the conditioning of two series of avian vaccines, namely: Newvac La Sota, series 38 and Newvac LS series 79.

CONCLUZII

Pe linia a II-a de condiționare a produselor lichide sterile a Secției Condiționare Lichidă - Vaccinuri din Societatea Națională "INSTITUTUL PASTEUR" S.A., au fost efectuate probe de sanitație în perioada mai-iunie 2014, în vederea condiționării a două serii de vaccinuri aviare și anume: Newvac La Sota, seria 38 și Newvac LS, seria 79.

The sanitation samples were conducted using two methods, namely: the method of air volumetric sampling using SARTORIUS AirPort MD8 sampler and Koch sedimentation method on Petri plates with culture media (which is the traditional method).

The results showed the following:

- the analyzed avian vaccines conditioning line is a sterile space (clean room), the results of conducted tests fits it in A grade clean room;
- the results obtained by the two methods were similar, thus confirming their accuracy;
- when the methods aer compared, each with the other, it can be seen that the method of air volumetric sampling is much more relevant than the conventional Koch sedimentation method, because it is analyzed a certain amount of air specified by the size of the sterile area (clean room), which is taken from the whole site and not just in certain places; also, using the SARTORIUS AirPort MD8 sampler fitted with gelatin filters or culture media filtrable plates, for taking air samples provide both shorter sampling times and shorter incubation periods (of the order of 60 times shorter in the case of sampling and up to 2 times shorter for incubation) than the ones required for similar phases by Koch method sedimentation; in addition, to the use of the air sampler, the air flow passing through culture media filtrable plates allows the capture of micro-organisms larger in size than 0.65 μm , which are not detectable by the conventional method, of Koch sedimentation.

REFERENCES

- [1]. Buttner M., Stetzenbach Linda (1993) – *Monitoring Airborne Fungal Spores in an Experimental Indoor Environment To Evaluate Sampling Methods and the Effects of Human Activity on Air Sampling*, Applied and Environmental Microbiology, pg. 219-226;
- [2]. *** (2012) - *Environmental Monitoring of Clean Rooms in Vaccine Manufacturing Facilities*, World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland;
- [3]. *** (2002) - *Good Manufacturing Practices for Sterile Pharmaceutical Products*, World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland, 2012;
- [4]. *** - *European Pharmacopoeia*, Edition 8.0 (online);
- [5]. *** - *Portable Air Sampler AirPort MD8 - Brochure*, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Germany;
- [6]. *** - *BACair Culture Media Plate Sabouraud Agar - Quality Certificate*, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Germany;
- [7]. *** - *BACair Culture Media Plate Tryptic-Soy Agar - Quality Certificate*, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Germany.

Probele de sanitație au fost efectuate utilizând două metode și anume: metoda prelevării volumetrice de probe de aer utilizând prelevatorul SARTORIUS AirPort MD8 și metoda de sedimentare Koch pe plăci Petri cu medii de cultură (care este metoda clasică).

Rezultatele obținute au arătat următoarele:

- linia analizată de condiționare a vaccinurilor aviare este un spațiu steril, rezultatele probelor efectuate încadrându-se în clasa A de curățenie;
- rezultatele obținute prin cele două metode au fost similare, confirmându-se astfel corectitudinea acestora;
- dacă se compară metodele între ele se poate observa că metoda prelevării volumetrice de probe de aer este mult mai relevantă decât metoda clasică de sedimentare Koch, deoarece se analizează un anumit volum de aer, specificat în funcție de mărimea spațiului steril, care se preia din întreaga încălțare și nu doar din anumite locuri; de asemenea utilizarea prelevatorului SARTORIUS AirPort MD8 dotat cu filtre de gelatină sau plăci filtrante cu mediu de cultură pentru preluarea probelor de aer asigură atât durate de prelevare a probelor mai scurte, cât și perioade de incubare mult mai scurte (de ordinul 60 ori în cazul prelevării și până la de 2 ori în cazul incubării) decât cele necesare pentru fazele similare de la metoda sedimentării Koch; în plus, la utilizarea prelevatorului de aer, trecerea fluxului de aer prin placile filtrante cu mediu de cultură permite captarea microorganismelor cu dimensiuni de peste 0,65 μm , care nu sunt decelate prin metoda clasică, de sedimentare Koch.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Buttner M., Stetzenbach Linda (1993) - *Monitorizarea sporilor fungici din aerul unui spațiu interior experimental în scopul evaluării metodelor de monitorizare și efectele activității umane asupra monitorizării aerului*, Microbiologie aplicată și a mediului, p. 219-226;
- [2]. *** (2012) - *Monitorizarea mediului din spațiile sterile în instalațiile de producție a vaccinurilor*, Organizația Mondială a Sănătății (OMS), Geneva, Elveția;
- [3]. *** (2002) - *Bune practici de fabricație pentru produse farmaceutice sterile*, Organizația Mondială a Sănătății (OMS), Geneva, Elveția, 2012;
- [4]. *** - *Farmacopeea Europeană*, ediția 8,0 (on-line)
- [5]. *** - *Prelevator de probe de aer AirPort MD8* - Brosură de prezentare, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Germania;
- [6]. *** - *Placă filtrantă cu mediu de de cultură Sabouraud Agar* - BACair - Certificat de Calitate, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Germania;
- [7]. *** - *Placă filtrantă cu mediu de de cultură Tryptic Soy Agar (TSA)* - BACair - Certificat de Calitate, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Goettingen, Germania.

EXPERIMENTAL STUDY ON MICROGREENHOUSE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM BASED ON ARDUINO

STUDIU EXPERIMENTAL PRIVIND CONTROLUL AUTOMAT IN MICROSERE BAZAT PE ARDUINO

Lect. Ph.D. Eng. Ipate G.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Voicu G.¹⁾, Ph.D. Eng. Manea D.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Nutescu C.¹⁾

¹⁾ Politehnica University of Bucharest / Romania

E-mail: puiipate@yahoo.com

Abstract: This paper presents a method used to grow plants under controlled climatic conditions for optimum production. Greenhouses are considered as complex processes. They are non linear, multi-input multi-output (MIMO) systems, they present time-varying behaviors and are subject to pertinent disturbances depending generally on meteorological conditions. The achieved tests result concludes that the system is working properly. Based on this model, the process of crop growing has been optimally controlled.

Keywords: greenhouse, network sensors, automatic control, monitoring, temperature, humidity, soil moisture.

INTRODUCTION

Greenhouses form an important part of the agriculture and horticulture sectors in our country as they can be used to grow plants under controlled climatic conditions for optimum productions. Automating a greenhouse envisages monitoring and controlling of the climatic parameters which directly or indirectly govern the plant growth and hence their production. Automation is the process control of industrial machinery and processes, thereby replacing human operators.

Advances in computer technology have made owning and operating greenhouses easier than ever before. Microcontroller environmental control options can aid the home gardener or professional horticulturist by automatically adjusting temperature, humidity, and light intensity from within the greenhouse or from a remote location. An environmental control system will improve plant life within greenhouses by providing a constantly monitored atmosphere, producing a more uniform product.

Rezumat: Această lucrare prezintă o metodă utilizată în creșterea plantelor în condiții climatice controlate pentru o producție optimă. Serele sunt considerate ca procese complexe. Ele sunt sisteme neliniare de tip MIMO, care prezintă comportamente ce variază în timp și sunt supuse unor perturbații pertinente în funcție, în general, de condițiile meteorologice. Rezultatul testelor realizate concluzionează că sistemul funcționează în mod corespunzător. Pe baza acestui model, procesul de creștere a culturilor a fost controlat în mod optim.

Cuvinte cheie: sera, retea senzori, control automat, monitorizare, temperatura, umiditate, umiditate sol.

INTRODUCERE

Serele constituie o parte importantă a sectoarelor agricol și horticol în țara noastră, deoarece acestea pot fi folosite pentru creșterea plantelor în condiții climatice controlate pentru producții optime. Automatizarea unei sere prevede monitorizarea și controlul parametrilor climatici care influențează în mod direct sau indirect creșterea plantelor și, prin urmare, produsele lor. Automatizarea este procesul de control al mașinilor și proceselor industriale, înlocuind astfel operatorii umani.

Progresele realizate în tehnologia informatică au făcut ca proprietarii serelor să le administreze mai ușor decât oricând înainte. Opțiunile de control al mediului cu microcontrolere pot ajuta grădinarul obisnuit sau horticultorul profesionist prin reglarea automată a temperaturii, umidității și intensității luminii din interiorul serei sau de la o locație la distanță. Un sistem de control al mediului va îmbunătăți viața plantelor în sere, oferind o atmosferă monitorizată în mod constant, cultivând un produs mai uniform.



Fig. 1 - Microgreenhouse



Fig. 2 - Green Pepper (*Capsicum annuum*)

As the sun warms the greenhouse, the temperature inside can rise rapidly. Without a method of ridding of the excess heat the temperature can rise to a level that is fatal to the crops within. It is the primary function of the ventilation system to prevent that drastic buildup of heat by replacing the hot air with outside cooler air (Clayton, 2014). Mechanical ventilation systems are primarily a fan, a control system and a vent, to allow air movement. Fans used in conjunction with adequate air-intake systems may enhance temperature control over natural ventilation systems. This ventilation acts both on the heat, humidity and CO₂ exchange rates with the outside, effecting significantly their balance inside the greenhouse (Boulard and Baille, 1995). A secondary role of the ventilation system is to eliminate the excess of humidity. If not properly vented, excess humidity condenses on the leaf surface where it can enhance disease problems. It can also condense on the greenhouse structure where it can reduce light transmission and encourage rust and/or rot of the structure itself. Greenhouse humidity levels can be reduced by removing the moist air around the plants and replacing it with the cooler and drier outside air. Within the cultural practices a high relative humidity is not desirable for most plant growth in a greenhouse. This is one of the major factors that cause a variety of plant diseases.

MATERIAL AND METHOD

Agreed requirements for our system have been:

- low unit cost;
- small form factor;
- non-intrusive in the domestic environment.

We also took the approach of designing around open source hardware and software in order to reduce the development time of this instrument. Late we conducted a review of suitable low-cost components available and settled upon an initial design concept.

Arduino is one of the most easy to use microcontroller platforms. The hardware consists of an open-source hardware board designed around a 32-bit Atmel ARM microcontroller. Current models feature a USB interface, 6 analog input pins, as well as 14 digital I/O pins that accommodate various extension boards. The Arduino integrated development environment (IDE) is a cross-platform application written in Java, and derives from the IDE for the Processing programming language and the Wiring projects. Arduino programs are written in C or C++. The Arduino IDE comes with a software library which makes many common input/output operations much easier.

The proposed system (fig.1) is an embedded system which will closely monitor and control the microclimatic parameters of a greenhouse on a regular basis round the clock for cultivation of crops or specific plant species which could maximize their production over the whole crop growth season and to eliminate the difficulties involved in the system by reducing human intervention to the best possible extent (Ipate, 2014).

When any of the climatic parameters crosses a safety threshold which has to be maintained to protect the crops, the sensors sense the change and the microcontroller reads this from the data at its input ports after being converted to a digital form by the ADC. The microcontroller then performs the needed actions by employing relays until the strayed-out parameter has been brought back to its optimum level (Kumar, 2010). The system also employs a simple LCD (text with 16 characters) to display information retrieved from sensors

Pe măsură ce soarele încălzește sera, temperatura din interiorul acesteia poate crește rapid. Fără o metodă de eliminare a excesului de căldură, temperatura se poate ridica la un nivel fatal pentru plantele din sera. Funcția principală a sistemului de ventilație este de a preveni acumularea drastică de căldură prin înlocuirea aerului cald interior cu aer mai rece din exterior (Clayton, 2014). Sistemele de ventilație mecanică sunt alcătuite în principal dintr-un ventilator, un sistem de control și un orificiu de ventilație, care să permită mișcarea aerului. Ventilatoarele utilizate împreună cu sisteme adecvate de aspirație a aerului pot îmbunătăți controlul temperaturii în comparație cu sistemele de ventilație naturale. Aceasta ventilație acționează asupra schimbului de căldură, umiditate și de CO₂ cu exteriorul, și contribuie în mod semnificativ la echilibrul acestora în interiorul serei (Boulard și Baille, 1995). Un rol secundar al sistemului de ventilație este de a elimina excesul de umiditate. Dacă ventilația nu este corespunzătoare, excesul de umiditate condensează pe suprafața frunzelor, și poate produce diverse boli. Acesta poate condensa și pe structura serei reducând transmiterea luminii, încurajând rugina și/sau putrezirea structurii în sine. Nivelul de umiditate din seră poate fi redus prin eliminarea aerului umed în jurul plantelor și înlocuirea acestuia cu aerul exterior mai rece și mai uscat. În practicile culturale o umiditate relativă ridicată, nu este de dorit pentru creșterea majorității plantelor dintr-o seră. Acesta este unul dintre factorii majori care produc o mare varietate de boli ale plantelor.

MATERIAL ȘI METODĂ

Cerințele convenite pentru sistemul nostru au fost:

- cost unitar redus;
- factor de formă mic;
- non-invaziv în mediul domestic.

De asemenea, abordarea de proiectare a sistemului a fost aceea de "open source" hardware și software pentru a reduce timpul de dezvoltare a acestuia. Apoi am efectuat și o analiză a componentelor adecvate low-cost și am stabilit un concept inițial de design.

Arduino este una dintre cele mai ușor de folosit platforme microcontroler. Hardware-ul constă dintr-o placă hardware open-source proiectat în jurul unui microcontroler de 32 biți Atmel ARM. Modelele actuale sunt dotate cu o interfață USB, 6 pini de intrare analogici, precum și 14 pini I/O digitali care pot găzdui diverse plăci de extensie. Mediul de dezvoltare integrat Arduino (IDE) este o aplicație cross-platform scrisă în Java, și derivă de la IDE-ul pentru limbajul de programare Processing și proiectele Wiring. Programele Arduino sunt scrise în C sau C++. Mediul Arduino IDE are o bibliotecă de programe care usurează operațiunile comune cu mai multe intrări/ieșiri.

Sistemul propus (fig.1) este un sistem integrat care va monitoriza și controla atent parametrii microclimatici ai unei sere, periodic, non-stop, pentru cultivarea unor culturi sau specii de plante specifice, care poate maximiza producția acestora pe parcursul întregului sezon de creștere și va elimina dificultățile întâlnite în procesul de creștere a plantelor prin reducerea intervenției umane în cea mai bună măsură posibilă (Ipate, 2014).

Atunci când oricare dintre parametrii climatici trece un prag de siguranță care trebuie să fie menținut pentru a proteja culturile, senzorii simt modificarea și microcontrolerul citește acest lucru din datele de la porturile de intrare după ce au fost convertite într-o formă digitală de către ADC. Microcontrolerul efectuează apoi acțiunile necesare prin utilizarea releelor, până când parametrul a fost adus înapoi la nivelul său optim (Kumar, 2010). Sistemul are, de asemenea, un ecran LCD (text cu 16 caractere) pentru afisarea informațiilor preluate de la

and continuously alerting the user about the condition inside the greenhouse. Thus is designed as an easy to maintain, flexible and low cost solution. Figure 3 shows the block diagram of the system.

Parts/ components of the system:

- *Arduino Uno Board*
- *Grove Base Shield v1.2*
- *Sensors (Data acquisition system)*
 - ✓ Temperature and Humidity sensor (DHT22)
 - ✓ Soil Moisture sensor
 - ✓ Liquid Flow sensor
 - ✓ MicroSD Card
 - ✓ Digital Clock (DS3231)
 - ✓ Potentiometer
- *Liquid Crystal Display (Hitachi's HD44780)*
- *Actuators - Relays*
- *Devices controlled*
 - ✓ Water Pump
 - ✓ Heater
 - ✓ Cooler.

The variety of plant tested was the Green Peppers (*Capsicum annuum*), which is sensitive to water shortage during cultivation period (fig.2). The pepper was grown by bed culture inside the microgreenhouse. The developed system has been installed to control the environmental climate. The seeds have been sown started in June 6th, 2014 and the climate control tests were started in July 2th 2014. The experiments were conducted using devices as follow: Arduino Uno board, micro SD-card, variable resistors, sensor network devices and relay actuation. Variable resistors is considered as the reference input of air temperature and relative humidity that can be changed as scenario condition. Variable resistor operated manually to set the value of input as well as behavior of climate factor during cultivation. Furthermore, changing of system settings (delay reading sensor, limit of minimum value, etc.) was also tested.

senzori si alertarea continua a utilizatorului despre starea din interiorul serei. Prin urmare, este conceput ca o soluție flexibilă, cu un preț scăzut și ușor de întreținut. Figura 3 prezintă schema bloc a sistemului.

Piese / componente ale sistemului:

- *Arduino Uno Board*
- *Grove Base Shield v1.2*
- *Senzori (Sistem achiziție date)*
 - ✓ Senzor Temperatura și Umiditate (DHT22)
 - ✓ Senzor Umiditate Sol
 - ✓ Senzor debit apa
 - ✓ MicroSD Card
 - ✓ Digital Clock (DS3231)
 - ✓ Potentiometre
- *Liquid Crystal Display (Hitachi's HD44780)*
- *Actuatori - Relee*
- *Echipamente controlate:*
 - ✓ Pompa de apa
 - ✓ Rezistenta electrica incalzire
 - ✓ Ventilator.

Soiul de planta testata a fost ardeiul verde (*Capsicum annuum*), care este sensibil la o penurie de apă în timpul perioadei de cultivare (fig.2). Ardeiul a fost crescut în rasad în interiorul microserei. Sistemul dezvoltat a fost instalat pentru a controla climatul. Semințele au fost semănate în data de 06 iunie 2014 iar experimentele pentru controlul factorilor climei a început în data de 02 iulie 2014. Experimentele au fost efectuate folosind următoarele dispozitive: platforma Arduino Uno, micro SD card, rezistențe variabile, rețea de senzori și relee acționare. Rezistoarele variabil sunt considerate ca intrare de referință pentru temperatura și umiditatea relativă aerului, și pot fi modificate după diverse scenarii. Acestea sunt acționate manual pentru a seta valoarea de intrare, precum și comportamentul factorilor climatici în timpul cultivării. În plus, schimbarea setărilor sistemului (timpul de întârziere a citirii senzorilor, limita valorii minime) au fost, de asemenea, testate.

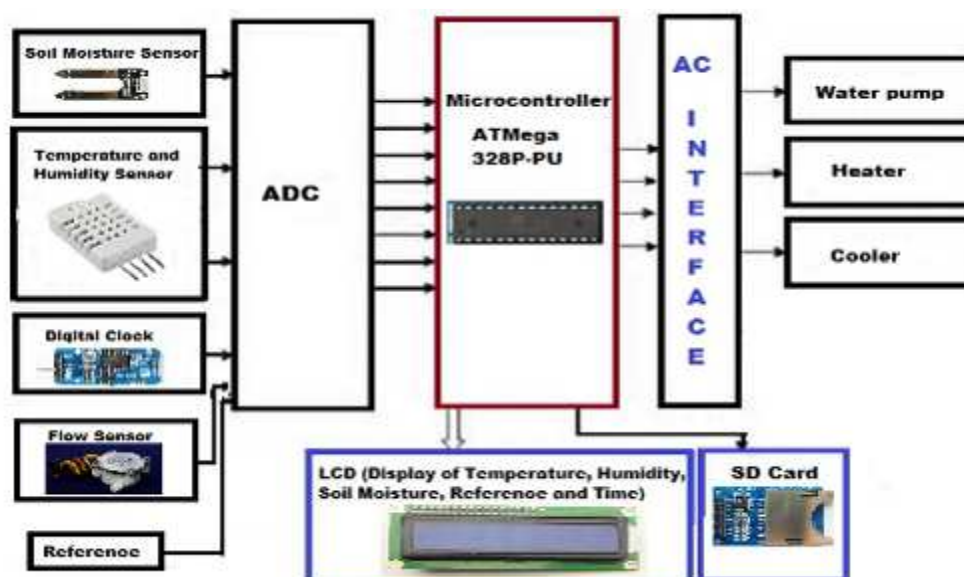


Fig. 3 - Block diagram of system

RESULTS AND DISCUSSION

The greenhouse environmental control system, adjusted the ventilation, heating and soil condition according to new samples once in 15 seconds.

Fast response time, low power consumption and

REZULTATE SI DISCUTII

Sistemul de control al factorilor de mediu din seră, reglează ventilația, încălzirea și umiditatea solului în funcție de noile valori achiziționate o dată la 15 secunde.

Timpul rapid de răspuns, consumul redus de energie

tolerance against moisture climate made DHT22 relative humidity and temperature sensor a perfect solution for the microgreenhouse environment. Temperature accuracy of the sensor is $\pm 0.3^\circ\text{C}$ and the accuracy of the relative humidity under $\pm 2\%$. The temperature values measured by DHT22 sensor are shown in figure 4. Reference temperature is shown by the green line and has a value of 22°C . Maximum temperature values were strongly influenced by the sunshine at the beginning and the end of the experiment period. Thus, the temperature stayed stable in its area (27°C) for most of the time.

Fig. 5 shows the distribution of the soil moisture along OX axis in time domain (2014/8/25, 9:44:10 - 2014/8/27, 9:25:10). Soil moisture reference (red line) has a value of 35%; average value of the measurements is 57% with a standard deviation of $\pm 1.5\%$.

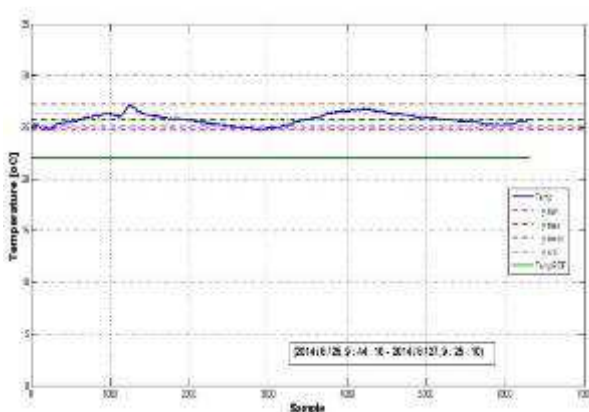


Fig. 4 - Air temperature evolution

și toleranța la schimbările climatice fac din senzorul de temperatură și umiditate relativă DHT22 o soluție perfectă pentru mediul din microsera. Precizia temperaturii senzorului este de $\pm 0.3^\circ\text{C}$, iar a umidității relative sub $\pm 2\%$. Valorile de temperatură măsurate cu senzorul DHT22 sunt prezentate în figura 4. Temperatura de referință indicată de linia albastră are o valoare de 22°C . Valorile maxime de temperatură au fost puternic influențate de soare atât la începutul cât și la sfârșitul perioadei de experimentare. Astfel, temperatura a rămas stabilă în această zonă (27°C) în majoritatea timpului.

Fig. 5 prezintă distribuția umidității solului în timp (2014/8/25, 09:44:10 - 2014/8/27 09:25:10). Umiditatea de referință a solului (linia roșie) are valoarea de 35%; valoarea medie a măsurătorilor este de 57%, cu o deviație standard de $\pm 1,5\%$.

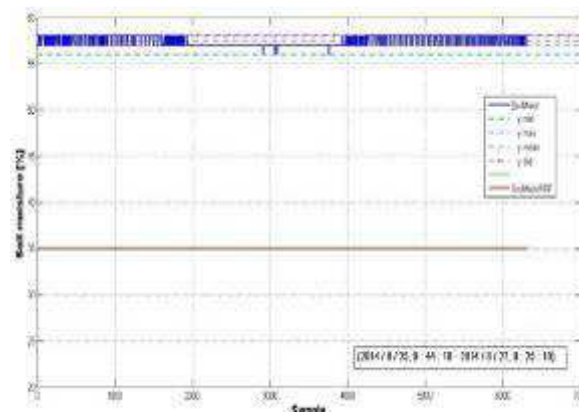


Fig. 5 - Soil moisture evolution

Plants must absorb carbon dioxide (CO_2) in combination with water, soil nutrients and sunlight to produce the sugars vital for growth. A shortage of any of these requirements will retard the growing process. Normally there are approximately 300 parts per million of CO_2 in the atmosphere; when this level is increased to over 1.000 ppm, results are higher production and better plant quality.

Fig. 6 shows the evolution of the CO_2 (ppm) in the microgreenhouse along OX axis in time domain. The measurements were carried out using MQ135 type gas sensor. This is used in air quality control equipment for buildings/offices, and is suitable for detecting of CO_2 , NH_3 , NO_x , alcohol, benzene, smoke, etc.. The responses of the CO_2 sensor were highly consistent and correlated with much more expensive instruments. We are also considering the option to implement the CO_2 sensor to the network by connecting it to the Arduino UNO board.

On a warm day builds greenhouse air humidity; night as the outdoor temperature drops, the indoor air temperature decreases, reducing the water retention capacity until the dew point is reached at which time the plants and the water condenses on the surfaces of the greenhouse. To minimize this problem, it must take place air exchanges to remove the air inside the greenhouse full of moisture, and replaced with outdoor air which is dry and cooler. This process may be repeated several times in an hour, to effectively reduce the level of relative humidity.

In Humidity Control Mode the sensor will automatically turn the fan ON upon detecting excess of humidity. The sensor will continue to monitor the ambient air and automatically turn the fan OFF when the humidity level has dropped. The sensor also helps to reduce energy usage by automatically

Plantele trebuie să absoarbă dioxidul de carbon (CO_2) în combinație cu apa, substanțele nutritive din sol și lumina soarelui pentru a produce zaharuri vitale pentru creștere. Un deficit din oricare dintre acestea va întârzia procesul de creștere. În mod normal, concentrația de CO_2 în atmosferă este de aproximativ 300 ppm; atunci când acest nivel crește la peste 1.000 ppm, rezultă o producție mai mare și o calitate mai bună a plantelor.

Fig. 6 prezintă evoluția CO_2 (ppm) în microsera în domeniul timp. Măsurătorile au fost efectuate cu ajutorul senzorului de gaz tip MQ135. Acesta se utilizează în echipamentele de control a calitatii aerului pentru clădiri/birouri, și este potrivit pentru detectarea de CO_2 , NH_3 , NO_x , alcool, benzen, fum, etc.. Răspunsul senzorului de CO_2 a fost extrem de consistent și corelat cu instrumente mult mai scumpe. De asemenea, avem în considerare opțiunea de a implementa senzorul de CO_2 în rețea prin conectarea la placa Arduino UNO.

În timpul unei zile calde aerul din sera acumulează umiditate; deoarece seara temperatura exterioară scade, temperatura aerului intern scade, reducându-se capacitatea de reținere a apei a acestuia până când este atins punctul de rouă, timp în care apa condensează pe plante și pe suprafețele serei. Pentru a minimiza această problemă, trebuie să aibă loc schimburi de aer pentru a elimina aerul interior din seră, încărcat cu umiditate, și înlocuit cu aer exterior uscat, și mai rece. Acest proces ar trebui să fie repetat de mai multe ori într-o oră, pentru a reduce în mod eficient nivelul de umiditate relativă.

În modul de control a umidității aerului senzorul va porni automat ventilatorul "ON" la detectarea excesului de umiditate. Senzorul va continua să monitorizeze aerul înconjurător și va opri ventilatorul "OFF" atunci când nivelul de umiditate a scăzut. Senzorul, de asemenea, ajută la reducerea consumului de energie prin operarea în

operating the fan only when needed to control excess humidity.

mod automat a ventilatorului, numai atunci când este necesar, pentru a controla excesul de umiditate.

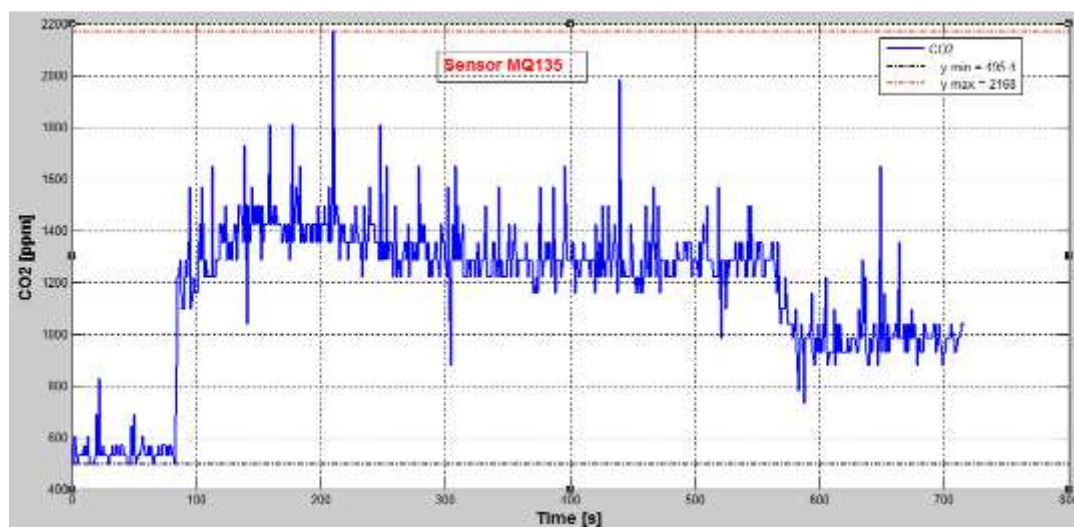


Fig. 6 - Evolution of CO2 in greenhouse

Fig. 7 shows the evolution of the air relative humidity along OX axis in time domain. In this figure, the maximum reference value is set at 79% humidity, mean data from measurements is 72.4 % with a standard deviation of $\pm 5\%$.

In Figure 8 there is shown a typical graph resulting from the changeover control. On the graph sizes are shown in colors: the command u (power) - red, and the reaction y (relative humidity) - blue. Control system performance are the oscillation range, $\Delta \text{Humid} = 16\%$, the oscillation period of 8.19 min and 18 sec pulse duration.

Fig. 7 prezintă evoluția procentuală a umidității relative a aerului în timp. În această figură, valoarea maximă de referință a umidității este setată la 79%, valoarea medie rezultată din măsurători este 72.4%, cu o deviație standard de $\pm 5\%$.

În figura 8 este prezentat un grafic tipic rezultat din controlul bipozițional. Pe grafic mărimile sunt afișate cu culorile: comanda u (puterea) - roșu, și reacția y (umiditatea relativă) - albastru. Performanțele sistemului de reglare sunt: domeniul de oscilație $\Delta \text{Humid} = 16\%$, perioada de oscilație 8.19 min și durata impulsului 18 sec.

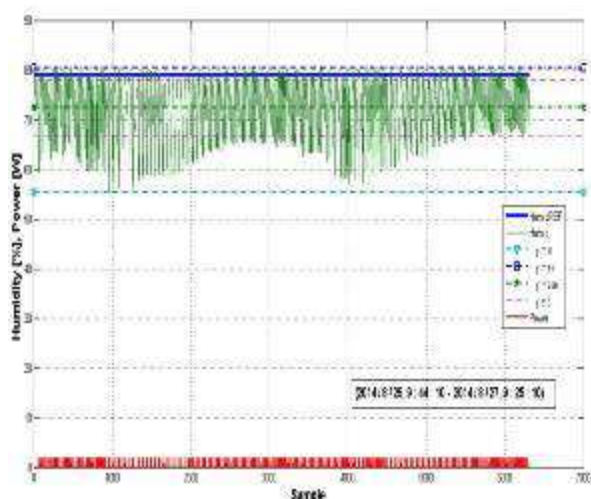


Fig. 7 - Air humidity evolution

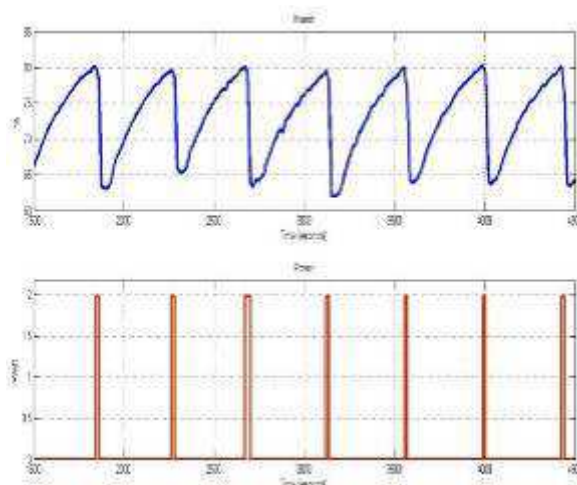


Fig. 8 - Humidity control

Proper ventilation and adequate internal greenhouse airflow are critical to the success of managing relative humidity in a greenhouse.

CONCLUSIONS

In this study, the automatic control system was developed to determine the optimal and economic control in a greenhouse. Automatic control of the greenhouse environment will make a huge difference in the success of the greenhouses in our country. Following suggestions on this paper, it is possible to minimize the environmental problems and frustrations often encountered in plant

Ventilația adecvată și o circulație corespunzătoare a fluxului de aer sunt puncte critice ale succesului gestionării umidității relative într-o seră.

CONCLUZII

În acest studiu, un sistem de control automat a fost dezvoltat pentru a stabili controlul optim și economic într-o seră. Controlul automat al mediului din seră va face o diferență imensă în succesul serelor în țara noastră. Urmând sugestiile disponibile în această lucrare, este posibil să se reducă la minimum problemele de mediu și frustrările întâlnite frecvent în

growth in greenhouses.

Continuously decreasing cost of hardware and software parts, wide acceptance of the electronic systems in agriculture, and the development of agricultural industrial control systems in many areas of agricultural production, will lead to the development of reliable control systems that will put more many aspects of quantity and quality of agricultural production.

Aknowlegement

The work has been funded by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development 2007-2013 of the Ministry of European Funds through the Financial Agreement POSDRU/159/1.5/S/132397.

REFERENCES

- [1]. Clayton, L. (2014) - *Controlling the Greenhouse Environment*, University of Alaska Fairbanks Cooperative Extension Service
- [2]. Ipate, G., et al. (2014) - *Micro Greenhouse Climate Management Based On The Arduino*, Proceedings of "3rd International Conference of Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development", pg. 249-254;
- [3]. Nugroho, A.P., et al. (2012) – *Development of Intelligent Control System for Greenhouse*, 8th Asian Conference for Information Technology in Agriculture;
- [4]. Adewale, A.A., Isaac, S., Awelewa, A.A., Dike U.I., (2013) - *Design and Development of a Microcontroller Based Automatic Switch for Home Appliances*, www.ijesi.org, Vol. 2, Issue 10, pg. 24-31;
- [5]. Fourati, F., Chtourou, M. (2007) - *A greenhouse control with feed-forward and recurrent neural networks*, Elsevier, Simulation Modelling Practice and Theory, 15, pg. 1016–1028;
- [6]. Smith, E.L. (1938) - *Limiting Factors In Photosynthesis: Light And Carbon Dioxide*, The Journal of General Physiology, New York, pg. 21-35;
- [7]. Trivedi, R., Vora, V. (2013) - *Real-Time Monitoring and Control System for Industry*, International Journal for Scientific Research & Development, Vol. 1, Issue 2, p.142–147;
- [8]. Moldovan, G.I. (2008) - *Contributions To Improvement Of The Green Pepper Culture Metod On Organic Substratum In Cold Greenhouse*, PhD Thesis, USAMV ClujNapoca;
- [9]. Kumar, S., Kumar, M., Kumar, A., Garg, P. (2010) - *Monitor and Control of Greenhouse Environment*, Bharat Institute of Technology Meerut.
- [10]. Boulard, T., Baille, A. (1995) - *Modelling of air exchange rate in a greenhouse equipped with continuous roof vents*, J. Agric. Engng. Res., 61, pg. 37-48.
- [11]. ***Johnson Gas Carbon Dioxide Generator; https://www.farmtek.com/techdocs/111081_82.pdf.

creșterea plantelor în sere.

Costurile în scădere continuă a partilor hardware și software, larga acceptare a sistemelor electronice în agricultură, și dezvoltarea unor sisteme de control industrial agricol în mai multe domenii ale producției agricole, va conduce la realizarea unor sisteme de control de încredere, care se vor adresa mai multor aspecte ale cantității și calității producțiilor agricole.

Aknowlegement

Rezultatele prezentate in acest articol au fost obtinute cu sprijinul Ministerului Fondurilor Europene prin Programul Operational Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Contract nr. POSDRU/159/1.5/S/132397.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Clayton, L. (2014) - *Controlul Mediului in Seră*, University of Alaska Fairbanks Cooperative Extension Service
- [2]. Ipate, G., et al. (2014) - *Managementul Climatic in Microseră bazat pe Arduino*, Proceedings of "3rd International Conference of Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development", p. 249-254;
- [3]. Nugroho, A.P., et al. (2012) – *Dezvoltarea unui Sistem de Control Inteligent pentru Seră*, 8th Asian Conference for Information Technology in Agriculture;
- [4]. Adewale, A.A., Isaac, S., Awelewa, A.A., Dike U.I., (2013) - *Proiectarea și Dezvoltarea unui Întrerupător Automat pentru Aplicatii Casnice Bazat pe un Microcontroler*, www.ijesi.org, Vol. 2, Issue 10, p. 24-31;
- [5]. Fourati, F., Chtourou, M. (2007) - *Controlul Serei cu Anticiparea Rezultatelor si Rețelele Neuronale Recurente*, Elsevier, Simulation Modelling Practice and Theory, 15, p. 1016–1028;
- [6]. Smith, E.L. (1938) - *Factori de Limitare a Fotosintezei: Lumina și Dioxidul de carbon*, The Journal of General Physiology, New York, p. 21-35;
- [7]. Trivedi, R., Vora, V. (2013) - *Sistem de Control si Monitorizare in Timp Real-pentru Industrie*, International Journal for Scientific Research & Development, Vol. 1, Issue 2, p.142–147;
- [8]. Moldovan, G.I. (2008) - *Contribuții la Perfecționarea Metodei de Cultură a Ardeiului pe Substrat Organic in Solarii*, PhD Thesis, USAMV ClujNapoca;
- [9]. Kumar, S., Kumar, M., Kumar, A., Garg, P. (2010) - *Monitorizarea și Controlul Mediului din seră*, Bharat Institute of Technology Meerut.
- [10]. Boulard, T., Baille, A. (1995) - *Modelarea Vitezei de Schimb a Aerului într-o Seră Dotată cu Orificii Permanente in Acoperiș*, J. Agric. Engng. Res. 61: 37-48.
- [11]. ***Generator de Dioxid de Carbon Gaz Johnson; https://www.farmtek.com/techdocs/111081_82.pdf.

CONTRIBUTIONS REGARDING THE TECHNICAL SOLUTIONS FOR BIOLOGICAL
FILTRATION WITHIN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMSCONTRIBUȚII PRIVIND SOLUȚII TEHNICE PENTRU FILTRAREA BIOLOGICĂ
ÎN CADRUL SISTEMELOR ACVACOLE RECIRCULANTE

PhD. Stud. Eng. Andrei S.G., Ph.D. Eng. Pop A., PhD. Stud. Eng. David E., Eng. Ștefanov C.

INMA Bucharest – Branch Timisoara / Romania
Tel: 0769473681; E-mail: andrei_sg85@yahoo.com

Abstract: For a proper operation of a recirculating aquaculture system (RAS) for fish breeding it is necessary to maintain optimal water quality parameters. The paper presents technical solutions to carry out a biological filter in the RAS, in order to improve water biological filtration process. Designing a biological filtration installation has to be performed so that to satisfy the system requirements on the conversion of ammonia to nitrite and then to nitrate, less toxic products for the fish population. The presence of ammonia and metabolites in water is a stress factor for concentrations higher than 0.05 mg/nitrogen ammonia (NH₃ - N) and this will be felt in the growth of fish and in their resistance to disease.

Keywords: biologic filter, modular, recirculating aquaculture system

INTRODUCTION

Worldwide aquaculture has been recorded the fastest growing compared to other branches of agriculture, which has led to significant impact that it has on the environment by increasing the amount of wastewater that is released to environment [3].

Having in view this aspect and the need to maintain optimum water quality in aquaculture systems, the continuous upgrading of wastewater treatment equipment in order to improve the biological filtration should be compulsory.

In our days, in our country the super-intensive and intensive systems have not known yet a scale development, but worldwide in recent years they gained great importance comparative to traditional pond aquaculture [4]. One of the major advantages of the aquaculture systems is given by increasing the productivity comparative to necessary of used water, and this aspect is due to possibility to control the physical and chemical parameters of the water, by changing them as appropriate.

In aquaculture recirculating systems (RAS) the main limiting factor in terms of fish welfare is water quality. Due to the low percentage of feed assimilation by fish, in a proportion of 20-30%, the unconsumed leftover food along with other toxic compounds, resulting from fish metabolic processes, remain within water mass [1].

Toxic nitrogen compounds present in the water culture should be rapidly removed from the system for not endangering the culture material in the ponds [5], their removal being possible using nitrifying bacteria present in the biological filtration equipment.

Biological filtration is one of the basic processes of wastewater treatment systems within aquaculture systems along with mechanical filter compartment and UV treatment. On the worldwide there is an intense focus

Rezumat: Pentru funcționarea corectă a unui sistem acvacol recirculant (SAR) de creștere a peștilor este necesară menținerea calității apei recirculate la parametri optimi. În lucrare sunt prezentate soluții tehnice privind realizarea unui filtru biologic în cadrul SAR, cu scopul îmbunătățirii procesului de filtrare biologică a apei. Proiectarea unei instalații de filtrare biologică trebuie realizată astfel încât să satisfacă cerințele sistemului cu privire la conversia amoniacului în nitriți și apoi în nitrați, produși mai puțin toxici pentru populația piscicolă. Prezența amoniacului și a metabolitelor în apă reprezintă un factor de stres pentru concentrații mai mari de 0,05 mg/l azot amoniacal (NH₃ – N), acest lucru se va resimți în ritmul de creștere al peștilor dar și în rezistența lor scăzută la boli.

Cuvinte cheie: filtru biologic, modular, sistem acvacol recirculant

INTRODUCERE

La nivel mondial acvacultura a înregistrat cea mai rapidă creștere comparativ cu celelalte ramuri ale agriculturii, aspect ce a dus la accentuarea impactului pe care aceasta o are asupra mediului înconjurător, prin creșterea cantității de apă uzată ce este eliberată în mediu [3].

Ținând cont de acest aspect, dar și de necesitatea menținerii calității apei la parametri optimi în cadrul sistemelor acvacole, este nevoie de o continuă de modernizare a echipamentelor de tratare a apei uzate cu scopul de a îmbunătăți procesul de filtrare biologică.

În țara noastră, sistemele intensive și superintensive la ora actuală nu cunosc încă o dezvoltare de amploare, însă la nivel mondial în ultimi ani acestea au câștigat teren în fața acvaculturi tradiționale de heleșteu [4]. Unul din avantajele majore pe care le are utilizarea sistemelor acvacole e dat de creșterea productivității în raport cu necesarul de apă utilizat, acest lucru se și datorează faptului că putem avea control asupra parametrilor fizico-chimici ai apei, modificându-i după caz.

În cadrul sistemelor acvacole recirculante (SAR) principalul factor limitativ în ceea ce privește bunăstarea peștilor este calitatea apei. Datorită procentului redus de asimilare a hranei de către pești în proporție de 20-30%, în masa apei rămân resturile de hrană neconsumată alături de alți compuși toxici, compuși rezultați în urma proceselor metabolice ale peștilor [1].

Compușii toxici ai azotului prezenți în apa de cultură trebuie eliminați cu rapiditate din cadrul sistemului, pentru a nu pune în pericol materialul piscicol din bazinele de cultură [5], eliminarea acestora fiind posibilă utilizând bacteriile nitrificatoare prezente în echipamentele de filtrare biologică.

Filtrarea biologică reprezintă unul din procedeele de bază în tratarea apelor uzate din cadrul sistemelor acvacole pe lângă compartimentul de filtrare mecanică și tratare cu

on improving the biological filtration used in recirculating aquaculture systems.

As for biological filtration a number of constructive and functional solutions for aquaculture sector such as: biological filter with drum, submerged bio-filter, biological filter with disc (RBC), fluidized bed bio-filter and bio-filter with sand, are known [2]. Among renowned companies that perform biological filters for recirculating aquaculture systems can be mentioned: FISHGUT PRIMUS - Germany, FIAP - Germany, AQUACULTURE - France [7].

MATERIALS AND METHODS

Biological filter as part of the water treatment system within recirculating aquaculture systems need to operate 24 hours/24 hours, without the operator intervention. However, a regular monitoring should be performed, regarding operating conditions to obtain the results for which have been accomplished [6].

Regarding biological filtration equipment, new technical solutions regarding the construction of the filter to improve the quality of recycled water in the system, were adopted. To improve the biological filtration of RAS were implemented several technical solutions on achieving bio-filter construction. A first solution consisted in partitioning the biological filter basin into two compartments (A) and (B) communicating with each other in the lower compartment (A) being provided with a connection (C) water supply, and compartment (B) with a connection (D) filtered water outlet, each of these compartments being endowed with two grills, one upper and the other lower, the upper grills being provided with one visiting door. As a result of the grates arrangement, has been created the possibility that the filter element to be placed in the space between the lower and upper grills, thus enabling the human operator to intervene to wash the filter element with water jet [7].

Another solution designed to improve filtration efficiency comes from the fact that both compartment (A) and section (B) of the basin have the bottom composed of inclined walls forming some funnel collectors (E) with a socket (F) in the lower part, thus increasing removal efficiency by periodically draining of the sedimentation residues in the lower collecting hopper [7].

During the biological filter operation, the operator should periodically perform the deposit cleaning, and when is necessary, the filtering element must be washed.

In figure 1 is shown the section image of modular biological filter designed and manufactured.

raze UV. Pe plan mondial există o preocupare intensă privind îmbunătățirea procesului de filtrare biologică utilizat în cadrul sistemelor acvacoale recirculante. În ceea ce privește filtrarea biologică sunt cunoscute o serie de soluții constructive și funcționale destinate sectorului acvacol cum ar fi: filtrul biologic cu tambur, filtrul biologic submersat, filtrul biologic cu disc (RBC), filtrul biologic cu paturi fluidizante și filtrul biologic cu nisip [2]. Printre firmele consacrate ce realizează filtre biologice pentru sisteme acvacoale recirculante amintim: FISHGUT PRIMUS - Germania, FIAP - Germania, AQUACULTURE - Franța [7].

MATERIAL ȘI METODĂ

Filtrul biologic ca și parte componentă a sistemelor de tratare a apei din cadrul sistemelor acvacoale recirculante, trebuie să funcționeze 24 h/24 h, fără a fi necesară intervenția operatorului uman. Cu toate acestea trebuie realizată o supraveghere periodică, a modului în care sunt îndeplinite condițiile de funcționare, în vederea obținerii rezultatelor pentru care a fost realizat [6].

În ceea ce privește echipamentele de filtrare biologică s-a urmărit adoptarea de noi soluții tehnice în ceea ce privește construcția filtrului pentru a îmbunătăți calitatea apei recirculate în cadrul sistemului. Pentru a îmbunătăți procesul de filtrare biologică din SAR au fost implementate câteva soluții tehnice privind realizarea construcției filtrului biologic. O primă soluție a constat în compartimentarea bazinului filtrului biologic în două compartimente (A) și (B) ce comunică între ele în partea inferioară, compartimentul (A) fiind prevăzut cu un racord (C) de alimentare cu apă, iar compartimentul (B) cu un racord (D) de evacuare a apei filtrate, fiecare din aceste compartimente dispune de cate doua grătare, unul superior și altul inferior, grătarele superioare fiind prevăzute cu câte o ușa de vizitare. Datorită modului de dispunere a grătarelor s-a creat posibilitatea ca elementul filtrant să fie așezat în spațiul dintre grătarele inferioare și cele superioare, ușurând în acest fel sarcina operatorului uman, atunci când trebuie să intervină pentru spălarea elementului filtrant cu jet de apă [7].

O altă soluție menită a îmbunătăți randamentul filtrării este dată de faptul că atât compartimentul (A) cât și compartimentul (B) ale bazinului filtrului au fundul alcătuit din pereți înclinați, care formează niște pâlnii colectoare (E) cu un racord (F) în partea inferioară, mărindu-se astfel eficiența eliminării prin drenare periodică a reziduurilor sedimentate în partea inferioară a pâlniei colectoare [7].

Pe durata funcționării filtrului biologic, operatorul uman trebuie să realizeze periodic și operația de purjare a depunerilor, iar ori de câte ori este nevoie trebuie intervenit pentru spălarea elementului filtrant.

În figura 1 este prezentată imaginea în secțiune a filtrului biologic modular proiectat și executat.

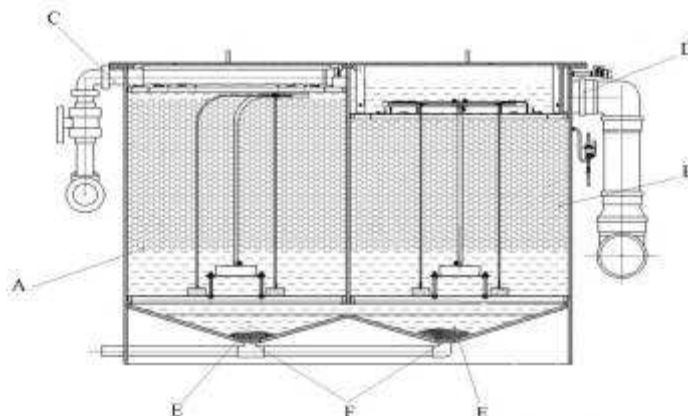


Fig. 1 – Modular biofilter for recirculating aquaculture systems - Longitudinal section

The biological filter from figure 1 is a modulated construction, being endowed with connection elements which enable to connect in parallel several modules, the number of modules being calculated depending on crop type and system loading with biological material.

One of the most significant advantages for filtration efficiency of this biological modulated filter for aquaculture recirculating systems consists in mounting it in a system of „n” modulated filters. By performing a biological filtering system with „n” modules, we shall be able to increase the filtering capacity by „n” types comparing to a module capacity and, thus, it is created the possibility of successively and individually interrupting one module in order to clean and replace the filtering element, the others always being active, ensuring the normal running of the whole aquaculture recirculating system.

The technical and functional characteristics of biological filter shown in figure 1, are the following:

- Filtering capacity: 30... 50 m³/h water, (depending on filtration quality)
- Useful volume: 2.4 m³
- Surface of filtering element: 870 m²/m³
- Overall dimensions:
 - length: 2200 mm
 - width: 1630 mm
 - height: 1570 mm
- Dimensions of connecting nozzles
 - water supplying: Ø75 mm
 - air supplying: Ø19 mm
 - oxygen supplying: Ø6 mm
 - filtering water evacuation: Ø 160 mm

Operation

For starting-up, the biological filter has to be placed in final position and connected to residual water supplying system within SAR.

The biological modulated filter operation is achieved by its supplying with residual water through a nozzle placed at filter upper part. The water circuit in the first compartment of filter is downward, the residual water, after passing through the upper grate, through filtering element layer and through the lower grate by a lower slot endowed for this very purpose in the second compartment, where water circuit is upward passes step by step through the lower grate, filtering element layer and upper grate, finally reaching the outlet. The biological filtering process of residual water takes place during its circuit within the filtering element [8], this one being made of special cylindrical filtering elements made of plastic on which the nitrification bacteria of types *Nitrosomonas* and *Nitrobacter*, develop [2].

In order to ensure an appropriate biological filtering process, the water should be very strongly aerated, and in certain cases also oxygenated. Water aeration and oxygenation are performed by blowing the air and oxygen under pressure and, if necessary dispersing them by outlets especially mounted at filter lower part.

Sediments resulting after the nitrification processes as well as dead bacteria are deposited in biological filter compartments bottom, where they are evacuated through the purging outlet.

In figure 2 is shown the technological operating scheme of modular biological filter, where can be noticed the water circuit within, which is possible after mounting the filter within a RAS. Chemical reactions within the biological filter during nitrification are represented in following figure 3 [4].

Filtrul biologic din figura 1 este o construcție modulară fiind prevăzut cu elemente de legătură pentru a face posibilă legare în paralel a mai multor module, numărul de module se calculează în funcție de specia de cultură și de încărcarea sistemului cu material biologic.

Unul din cele mai semnificative avantaje în ceea ce privește eficiența filtrării a acestui tip de filtru biologic modular pentru sisteme acvacole recirculante constă în posibilitatea montării acestuia într-un sistem de „n” filtre modulare. Prin realizarea unui sistem de filtrare biologică cu „n” module, vom putea crește și capacitatea de filtrare de „n” ori față de capacitatea unui modul și se creează astfel posibilitatea scoaterii individuale succesive din funcțiune a câte unui modul în vederea curățirii sau înlocuirii elementului filtrant, celelalte fiind active în continuare, asigurând funcționarea normală a întregului sistem acvacol recirculant.

Caracteristicile tehnico-funcționale ale filtrului biologic modular prezentat în figura 1 sunt următoarele:

- Capacitatea de filtrare: 30... 50 m³/h apă, (în funcție de calitatea filtrării)
- Volumul util: 2,4 m³
- Suprafața desfășurată element filtrant: 870 m²/m³
- Dimensiuni de gabarit:
 - lungime: 2200 mm
 - lățime: 1630 mm
 - înălțime: 1570 mm
- Dimensiuni ștuțuri de legătură
 - alimentare apă: Ø75 mm
 - alimentare aer: Ø19 mm
 - alimentare oxigen: Ø6 mm
 - evacuare apă filtrată: Ø 160 mm

Funcționarea

Pentru punerea în funcțiune, filtrul biologic trebuie să fie amplasat în poziția finală și conectat la rețeaua de alimentare cu apă uzată din SAR.

Funcționarea filtrului biologic modular se realizează prin alimentarea acestuia cu apă uzată din cadrul sistemului printr-un ștuț amplasat la partea superioară a filtrului. Circuitul apei în primul compartiment a filtrului este unul descendent, apa uzată după ce se trece prin grătarul superior, prin stratul de element filtrant și prin grătarul inferior trece printr-o fantă inferioară prevăzută în acest scop în compartimentul al doilea, unde traseul apei de data aceasta este unul ascendent, iar pe principiul vaselor comunicante, aceasta trece pe rând prin grătarul inferior, stratul de element filtrant și grătarul superior, ajungând la gura de evacuare. Procesul de filtrare biologică a apei uzate are loc în timpul străbaterii elementului filtrant [8], acesta fiind alcătuit din elemente filtrante speciale cilindrice din plastic pe care se dezvoltă bacteriile nitrificatoare din genurile *Nitrosomonas* și *Nitrobacter* [2].

Pentru ca procesul de filtrare biologică să aibă loc în bune condiții este necesară o puternică aerare a apei, iar în anumite cazuri și oxigenare. Aerarea apei, cât și oxigenarea ei se realizează prin insuflare sub presiune atât a aerului cât și a oxigenului, dacă e necesar, și dispersarea acestora prin intermediul unor difuzoare special montate la partea inferioară a filtrului.

Sedimentele care rezultă în urma proceselor de nitrificare, cât și bacteriile moarte se depun pe fundul compartimentelor filtrului biologic, de unde sunt evacuate prin intermediul gurii de purjare.

În figura 2, este prezentată schema tehnologică de funcționare a filtrului biologic modular, unde se poate observa circuitul apei în interiorul acestuia, lucru posibil după montarea filtrului în cadrul unui SAR. Reacțiile chimice ce au loc în biofiltru în timpul procesului de nitrificare sunt reprezentate prin figura 3 [4].

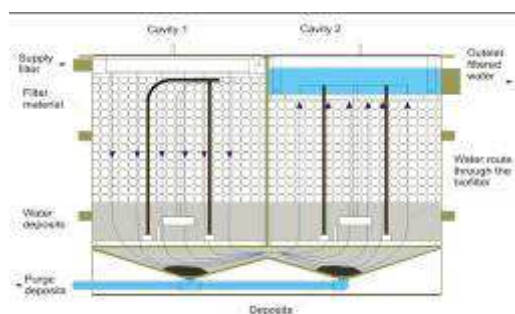


Fig. 2 – Technological operating scheme of modular biological filter

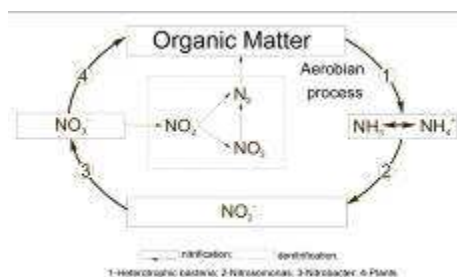


Fig. 3 – Nitrogen cycle through the biofilter

Tests running

The operating tests to which the biological filter was subjected were developed within a RAS made of 9 basins with total capacity of 36.3 m³. The 9 functional basins of RAS have the following useful volumes: basins of 16 m³ – 1 pc, basins of 5.65 m³ – 2 pcs and basins of 1.5 m³ – 6 pcs. For assuring the water necessary parameters from breeding basins, only one water recirculating process per hour is necessary. Within this RAS, other 2 recirculating pumps, a UV sterilization installation, biological filter with filtering capacity of 30 – 50 m³/h, as well as a mechanical filter with a water filtering capacity of 50 – 70 m³/h, can be found.

Determination of filtered water flow rate

After 7 measurements performed for determining the re-circulated and respectively filtered water flow rate, an average flow rate of $Q = 34.2 \text{ m}^3/\text{h}$, was calculated.

Determining the useful volume

For obtaining the necessary quantity of bio filtering material, there were taken into account its quality (material and surface developed on volume unit), quantity of fodder supplied according to fish weight, biological material(fish) supplied per m³ of water, number of water recirculating times per hour. Among the existing tenders it has been chosen a bio-filtering material of an as big as possible surface developed per volume unit, namely of 859 m²/m³, resulting a necessary material volume of 2.4 m³.

The useful volume of modular biological filter, represented by bio-filtering material has been determined by measuring the thickness of filtering element layer in both compartments and multiplied by compartments section

$$V_{\text{util}} = S_1 \cdot h_1 + S_2 \cdot h_2 = 2,4 \text{ m}^3 \quad (1)$$

where: V_{util} – useful volume; $S_1=S_2 = 1.437 \text{ m}^2$ - represents the area of a compartment surface; $h_1 = 0.87 \text{ m}$ – thickness of filtering element in the first compartment; $h_2 = 0,80 \text{ m}$ - thickness of filtering element in the second compartment.

The filter total volume is 3.75 m³, which means that the useful volume occupies only 64% out of total volume, the rest of 36% being taken by water, air, deposits and grates.

RESULTS

After achieving the modular biological filter and putting it into operation within RAS, a series of tests were developed in order to demonstrate the filter operation state and the results obtained have been shown in tables below.

Measurements performed for obtaining the qualitative parameters of biological filtration have been performed at inlet and outlet of biological filter.

The main parameters monitored and which are

Încercări

Încercările de funcționare la care a fost supus filtrului biologic, au avut loc în cadrul unui SAR compus din 9 bazine cu capacitatea totală de 36,3 m³. Cele 9 bazine funcționale din SAR au următoarele volume utile: bazine de 16 m³ – 1 buc., bazine de 5,65 m³ – 2 buc și bazine de 1,5 m³ – 6 buc. Pentru asigurarea parametrilor necesari apei din bazinele de creștere este necesară o singură recirculare pe oră. În cadrul acestui SAR se mai regăsesc 2 pompe de recirculare, o instalație de sterilizare cu UV, filtrul biologic cu capacitatea de filtrare de 30 – 50 m³/h, precum și un filtru mecanic cu o capacitate de filtrare a apei cuprinsă între 50 – 70 m³/h.

Determinarea debitului de apă filtrată

În urma a 7 măsurători efectuate pentru determinarea debitului apei recirculate și implicit a apei filtrate, s-a calculat un debit mediu de $Q = 34,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Determinarea volumului util

În vederea determinării cantității necesare de material biofiltrant s-a ținut cont de calitățile lui (material și suprafața desfășurată pe unitatea de volum), de cantitatea de furaj administrată în funcție de greutatea peștilor, de încărcarea cu material biologic (pești) pe m³ de apă, de numărul de recirculări pe ora a apei din sistem. Din ofertele existente s-a ales un material biofiltrant cu o suprafață desfășurată cât mai mare pe unitate de volum și anume de 859 m²/m³, rezultând un volum necesar de material biofiltrant de 2,4 m³.

Volumul util al filtrului biologic modular, reprezentat de spațiul ocupat de materialul biofiltrant, a fost determinat prin măsurarea grosimii stratului de element filtrant în ambele compartimente și înmulțit cu secțiunea compartimentelor.

unde: V_{util} – volumul util; $S_1=S_2 = 1,437 \text{ m}^2$ - reprezintă aria suprafeței unui compartiment; $h_1 = 0,87 \text{ m}$ - grosimea elementului filtrant în primul compartiment; $h_2 = 0,80 \text{ m}$ - grosimea elementului filtrant în al doilea compartiment.

Volumul total al filtrului este 3,75 m³, ceea ce înseamnă că volumul util ocupă doar 64% din volumul total, restul de 36% fiind ocupat de apă, aer, depuneri și grătare.

REZULTATE

După realizarea filtrului biologic modular și punerea acestuia în funcțiune în cadrul SAR, au fost derulate o serie de experimente care să ateste funcționalitatea filtrului, iar rezultatele obținute în urma experimentelor au fost centralizate în tabelele de mai jos.

Măsurătorile efectuate în vederea obținerii parametrilor calitativi ai filtrării biologice s-au efectuat la intrarea și la ieșirea din filtrul biologic.

Principalii parametri monitorizați și care prezintă o

important in terms of nitrification process, with direct consequences on fish welfare are: pH, as well as the concentrations of oxygen, ammonia, nitrates, nitrites and ammonium in water [8].

Graphic with values (diagram) is shown in figure 4.

importanță deosebită în cadrul procesului de nitrificare și cu consecințe directe asupra materialului piscicol sunt : pH-ul, precum și concentrațiile în apă a oxigenului, amoniului, nitratilor, nitriților și a amoniului [8].

Ilustrarea grafică a valorilor este prezentată în figura 4.

Table 1

The physico-chemical properties of the water before and after biological filtration

No.	Physico-chemical parameter	M.U.	Average input values	Average output values
1.	pH	upH	7.8	7.5
2.	Oxygen	mg/l	4.5	6.5
3.	Ammonia (NH_3)	mg/l	0.05	0
4.	Nitrates (NO_3)	mg/l	5.5	0.1
5.	Nitrites (NO_2)	mg/l	0.2	0.05
6.	Ammonium (NH_4)	mg/l	0.4	0.0

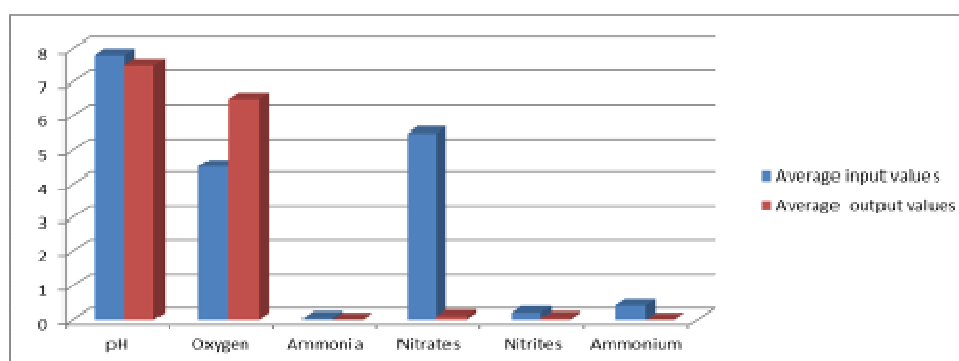


Fig. 4 – The physico-chemical properties of the water before and after biological filtration

Comparing the results from table above, it can be noticed the difference between input values of residual water and output values of filtered water from biological filter, so it can be affirmed that the nitrification process has been taken place and biological filtration has been efficient and it has reduced the nitrogen compounds up to the allowable limit.

CONCLUSIONS

Following the experiments performed it has been found that the biological filter fulfills the technological function for which it was designed, and nitrification process has been run within optimum parameters. By using the modular biological filter within RAS, two big advantages have been noticed:

- n module can be connected, thus increasing the filtering capacity by n times, according to necessities of RAS system;
- It is possible to put a module out of operation for cleaning the filtering material, the others remaining in operation without endangering the system functioning.

Following the tests, it has been noticed the great importance of purging and washing of filtering element.

REFERENCES

- [1]. Avnimelech Y. (2005) – *Bio-filters: The need for a new comprehensive approach*, Aquacultural Engineering, Elsevier, vol. 34 (3), pg. 172 – 178;
- [2]. Bura M. (2008) – *Manual of presenting and using the sturgeons breeding technology in superintensive recirculating water system*, Editura EUROBIT Publishing, Timișoara, pg. 327-329;
- [3]. Crab R., Avnimelech Y., Defoirdt T., Bossier P., Verstraete W. (2007)-*Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production*, Aquaculture, Elsevier, vol.270 (1-4), 1-14;
- [4]. Cristea V., Grecu I., Ceapa C. - (2002) – *Engineering of aquaculture recirculating systems*, Editura Didactică și pedagogică Publishing, R.A;

Comparând rezultatele din tabelul de mai sus, se poate observa diferența dintre valorile de intrare ale apei uzate și valorile de ieșire ale apei filtrate din filtrul biologic, în felul acesta se poate afirma că procesul de nitrificare are loc, iar filtrarea biologică este eficientă și reduce compușii azotului până la limita admisibilă.

CONCLUZII

În urma experimentelor efectuate se poate afirma că filtrul biologic îndeplinește funcția tehnologică pentru care a fost proiectat, iar procesul de nitrificare se desfășoară la parametri optimi. Prin experimentarea filtrului biologic modular în cadrul SAR s-a constatat că acesta prezintă două mari avantaje:

- pot fi conectate n module crescând astfel capacitatea de filtrare de n ori, conform cu necesitățile sistemului SAR;
- posibilitatea scoaterii unui modul din funcțiune în vederea curățării materialului filtrant, celelalte rămânând active fără a perturba funcționarea sistemului SAR;

De asemenea în urma experimentelor efectuate s-a constatat importanța deosebită a purjării și a spălării elementului filtrant.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Avnimelech Y. (2005) – *Filtre biologice: Necesitatea existentei unei noi abordări cuprinzătoare*, Aquacultural Engineering, Elsevier, vol. 34 (3), pag. 172 – 178;
- [2]. Bura M. (2008) – *Manual de prezentare și utilizare a tehnologiei de creștere a sturionilor în sistem superintensiv cu apă recirculată*, Editura EUROBIT, Timișoara, pag. 327-329;
- [3]. Crab R., Avnimelech Y., Defoirdt T., Bossier P., Verstraete W. (2007) – *Tehnici de eliminare a azotului în acvacultura pentru o producție sustenabilă*, Aquaculture, Elsevier, vol. 270 (1-4), pag. 1-14;
- [4]. Cristea V., Grecu I., Ceapa C. - (2002) – *Ingineria Sistemelor Recirculante din acvacultură*, Editura Didactică și pedagogică, R.A;

[5]. Malone R.F., Pfeiffer T.J. (2006) - *Rating fixed film nitrifying biofilters used in recirculating aquaculture systems*, Aquacultural Engineering, Elsevier, vol. 34 (3), pag. 389-402;
[6]. McGee M. and Cichra Ch. (2000) - *Principles of Water Recirculation and Filtration in Aquaculture*, FA-12, University of Florida, <http://www.aces.edu/dept/fisheries/education/documents/Principlesofwaterrecirc.pdf>
[7]. Pop A., Ștefanov C., Andrei S.G. (2011) – *Modulated biofilter for aquaculture recirculating filters*, Patent Application A01435 / 22.12.2011, INMA Bucharest;
[8]. Ștefanov C. (2011) - Technical equipment for biological water filtration in aquaculture recirculating systems of fish superintensive breeding (Biological Filter 2.4), Testing Report, contr. no. 15 N/27.02.2009, INMA Bucharest.

[5]. Malone R.F., Pfeiffer T.J. (2006) – *Clasificarea biofiltrelor cu pelicule de nitrificare folosite în sistemele de recirculare acvacole*, Aquacultural Engineering, Elsevier, vol. 34 (3), pag. 389-402;
[6]. McGee M. and Cichra Ch. (2000) – *Principiile recirculării apei și filtrării în acvacultura*, FA-12, Universitatea din Florida, <http://www.aces.edu/dept/fisheries/education/documents/Principlesofwaterrecirc.pdf>
[7]. Pop A., Ștefanov C., Andrei S.G. (2011) - *Filtru biologic modular pentru sisteme acvacole recirculante*, Cerere de brevet de invenție A01435 / 22.12.2011, INMA București;
[8]. Ștefanov C. (2011) - *Echipamente tehnice pentru filtrarea biologică a apei în sisteme acvacole recirculante de creștere superintensivă a peștelui (Filtru Biologic 2,4)*, Raport de experimentare, contr. nr. 15 N/27.02.2009, INMA București.

BASIC PARAMETERS INFLUENCING THE FERMENTATION OF BIOMASS IN ORDER TO OBTAIN BIOGAS – A REVIEW

PARAMETRII DE BAZĂ CARE INFLUENȚEAZĂ PROCESUL DE FERMENTARE A BIOMASEI ÎN VEDEREA OBȚINERII BIOGAZULUI - REVIEW

Lect. Ph.D. Eng. Dincă M., Assoc. Prof. Ph.D. Ferdeș M., Prof. Ph.D. Eng. Voicu Gh.,
Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G., Ph.D. Eng. Moiceanu G., Lect. Ph.D. Eng. Mușuroi G.

University Politehnica of Bucharest, Faculty of Biotechnical Systems Engineering / Romania

Tel: 0761938017; E-mail: mirela_dilea@yahoo.com

Abstract: Reduction of conventional energy resources worldwide, as well as the restrictive legislation regarding the level of environmental pollution, have created premises for the identification and exploitation of new sources of economic and clean energy. Biomass is considered to be one of the base renewable resources of the future that can be used for small and large scale. In the present paper, there are presented some aspects concerning the basic parameters influencing the fermentation process of biomass in order to obtain biogas.

Keywords: biomass, biogas, anaerobic fermentation, parameters

INTRODUCTION

Currently, the renewable energy resources, including solar, wind, hydro, wave, geothermal and biomass, represents about 14% of primary energy consumption in the world, biomass having major contribution by about 10%, [3].

According to the European Union legislation, "biomass represents the biodegradable fraction of products, waste and residues from agriculture (including vegetal and animal substances), forestry and related industries, as well as the biodegradable fraction of industrial and municipal waste", [9].

Among the methods used to convert biomass feedstock in bioenergy, biological conversion proved to be the most effective solution not only for energy production but also for waste treatment, [1].

The aim of this review is to analyze the influence of the main parameters (temperature, pH, ammonia, heavy metals, the C / N ratio) on the process of anaerobic digestion of biomass for obtaining biogas.

MATERIAL AND METHOD

Regarding the basic parameters influencing the fermentation process of biomass in order to obtain biogas numerous studies have been conducted, in the present paper being presented some aspects from the literature that had the interest in this topic.

RESULTS

The process of anaerobic fermentation for producing biogas

The anaerobic fermentation is a biological treatment method that can be used to recover both fertilizing elements and the energy contained in biodegradable waste, representing the decomposition process of organic matter, taking place in enclosed spaces, in controlled environmental conditions, in the absence of molecular oxygen and light, in the presence of several species of bacteria, [14].

The anaerobic fermentation process [4], includes four main stages, namely: hydrolysis, acidogenesis, acetogenesis and methanogenesis, as shown in Figure

Rezumat: Diminuarea la nivel mondial a resurselor energetice convenționale, precum și legislația restrictivă privind nivelul de poluare a mediului, au creat premise pentru identificarea și exploatarea de noi surse de energie economice și nepoluante. Biomasa este considerată una dintre resursele regenerabile de bază ale viitorului ce poate fi folosită la scară mică și mare. În lucrarea de față, sunt prezentate aspecte cu privire la parametri de bază care influențează procesul de fermentare a biomasei în vederea obținerii biogazului.

Cuvinte cheie: biomasă, biogaz, fermentare anaerobă, parametri

INTRODUCERE

În prezent, resursele de energie regenerabilă, printre care se numără energia solară, eoliană, hidroelectrică, a valurilor, geotermală și biomasa, reprezintă aproximativ 14% din consumul primar de energie din lume, biomasa având contribuția majoră, cu aproximativ 10%, [3].

Conform legislației Uniunii Europene, "biomasa reprezintă fracția biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor din agricultură (inclusiv substanțele vegetale și cele animale), domeniul forestier și industriile conexe acestuia, precum și fracția biodegradabilă din deșeurile municipale și cele industriale", [9].

Dintre metodele utilizate la conversia materiei prime constituită din biomasă în bioenergie, conversia biologică s-a dovedit a fi cea mai eficientă soluție nu numai pentru producția de energie, ci și pentru tratarea deșeurilor, [1].

Scopul acestui review este de a analiza influența principalilor parametri (temperatura, pH-ul, amoniacul, metalele grele, raportul C/N) asupra procesului de fermentare anaerobă a biomasei în vederea obținerii biogazului.

MATERIAL ȘI METODĂ

Referitor la parametrii de bază care influențează procesul de fermentare a biomasei în vederea obținerii biogazului au fost realizate numeroase cercetări, în lucrarea de față fiind prezentate o serie de aspecte din literatura de specialitate care au avut ca interes această tematică.

REZULTATE

Procesul de fermentare anaerobă pentru producerea biogazului

Fermentarea anaerobă este metoda de tratare biologică care poate fi folosită pentru a recupera atât elementele fertilizante, cât și energia conținută în deșeurile biodegradabile, reprezentând procesul dirijat de descompunere a materiei organice umede, care se desfășoară în incinte închise, în condiții controlate de mediu, în absența oxigenului molecular și a luminii, în prezența mai multor specii de bacterii, [14].

Procesul de fermentare anaerobă [4], cuprinde patru etape importante, și anume: hidroliza, acidogeneza,

1.

In the first stage, the polysaccharides are hydrolyzed into smaller units by microorganisms such *Clostridia*, *Micrococci*, *Bacteroides*, *Butyrivibrio*, *Fusobacterium*, *Selenomonas* and *Streptococcus*, [7].

The acidogenesis is always the fastest stage in the anaerobic conversion process of complex organic matter. During the acidification process of the sugar, the long chain fatty acids and amino acids resulting from the hydrolysis stage are used as substrates for the fermentative microorganisms (*Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*), which are intended to produce organic acids (acetic acid, propionic, butyric), short-chain fatty acids, alcohols, H_2 and CO_2 , [11].

The acetogenic bacteria are strictly anaerobic and have the role to convert the volatile fatty acids in acetate, carbon dioxide and hydrogen which represent the substrate for the final stage of the process, methanogenesis, [19].

Among the bacteria that act in the process of anaerobic fermentation, the methanogenic one are the most sensitive to changes in the environmental factors such as pH and temperature. Under these conditions, the methanogenic bacteria are considered to be the factor that limits the ongoing rate of the anaerobic fermentation process, [6].

acetogeneza și metanogeneza, așa cum se poate observa în figura 1.

În prima etapă, polizaharidele sunt hidrolizate în unități mai mici de către microorganisme de tipul *Clostridia*, *Micrococci*, *Bacteroides*, *Butyrivibrio*, *Fusobacterium*, *Selenomonas* și *Streptococcus*, [7].

Acidogeneza este întotdeauna cea mai rapidă etapă în procesul de conversie anaerobă a materiei organice complexe. În timpul procesului de acidificare a zaharurilor, acizii grași cu catenă lungă și aminoacizii rezultați din etapa de hidroliză sunt utilizați ca substrat pentru microorganismele fermentative (*Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*) care au ca scop producerea de acizi organici (acid acetic, propionic, butiric), acizi grași cu catenă scurtă, alcoolii, H_2 și CO_2 , [11].

Bacteriile acetogene sunt strict anaerobe, și au rolul de a converti acizii grași volatili în acetat, dioxid de carbon și hidrogen, care reprezintă substratul pentru ultima fază a procesului, metanogeneza, [19].

Dintre bacteriile care acționează în procesul de fermentare anaerobă, cele metanogene sunt cele mai sensibile la schimbările factorilor de mediu, cum sunt pH-ul și temperatura. În aceste condiții, bacteriile metanogene sunt considerate a fi factorul care limitează viteza de desfășurare a procesului de fermentare anaerobă, [6].

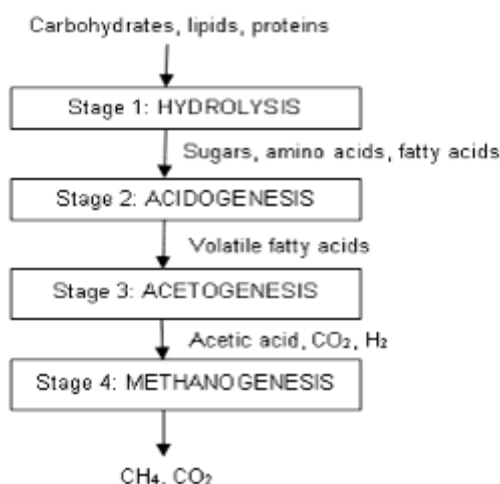


Fig. 1 – Stages in anaerobic digestion process of organic substrates

Basic parameters that influence the anaerobic fermentation process

The anaerobic fermentation process of biomass in order to obtain biogas, is a complex process that is influenced by a variety of factors, such as temperature, pH and volatile fatty acids, ammonia, heavy metals and C/N ratio.

1. Temperature represents the most important parameter in the process of anaerobic fermentation, this influencing the activity of enzymes and co-enzymes, the production of methane as well as the quality of the digestate, [4]. Thus, the growth rate of the methanogenic bacteria and therefore the production of biogas depend on the temperature in the digester. Theoretically, the biogas production is possible in the temperature range from zero to 60°C, the growth of methanogenic bacteria being much slowed down under 6°C and over 55°C, [14].

Although there have been observed a series of advantages in the case of thermophilic regime, the researchers have found that it is very sensitive to the changes in environmental conditions, as opposed to the mesophilic regime, [12].

Parametri de bază care influențează procesul de fermentare anaerobă

Procesul de fermentare anaerobă a biomasei în vederea obținerii biogazului, este un proces complex care este influențat de o serie de factori, cum sunt: temperatura, pH-ul și acizii grași volatili, amoniacul, metalele grele, raportul C/N.

1. Temperatura reprezintă cel mai important parametru în procesul de fermentare anaerobă, aceasta influențând activitatea enzimelor și co-enzimelor, producția de metan, precum și calitatea digestatului, [4]. Astfel, viteza de creștere a metanobacteriilor, și prin urmare producerea biogazului, depinde de temperatura din fermentator. Deși teoretic obținerea biogazului este posibilă în domeniul de temperaturi de la zero la 60°C, creșterea metanobacteriilor este mult încetinită sub 6°C și peste 55°C, [14].

Deși au fost observate o serie de avantaje în cazul procesării substratului în regim termofilic, cercetătorii au constatat că acesta este foarte sensibil la schimbările condițiilor de mediu, spre deosebire de domeniul mezofilic, [12].

The anaerobic fermentation process of the substrate used for biogas obtaining can be inhibited when the temperature values exceed 1°C/day. In order to maintain a stable process, it is proved that changes in temperature should be less than 0.6 °C / day, [4].

The high temperature, in the thermophilic domain, determine higher rates of chemical reactions, and hence a high efficiency of the methane production. It is important to keep a constant temperature during the anaerobic fermentation process, because the changes or fluctuations in temperature will negatively affect the biogas production, [2]. Table 1 shows the thermally field of anaerobic fermentation and the corresponding retention times.

Procesul de fermentare anaerobă al substratului utilizat în obținerea biogazului poate fi inhibat atunci când modificările parametrului temperatură depășesc 1°C/zi. Pentru menținerea unui proces stabil, s-a demonstrat că modificările de temperatură trebuie să fie mai mici de 0.6 °C/zi [4].

Temperatura ridicată, în domeniul termofil, determină rate mai mari ale reacțiilor chimice, de unde rezultă o eficiență mai ridicată a producției de metan. Este importantă păstrarea constantă a temperaturii, în timpul procesului de fermentare anaerobă, deoarece schimbările sau fluctuațiile de temperatură vor afecta negativ producția de biogaz, [2]. În Tabelul 1 este indicat tipul termic al procesului de fermentare anaerobă și timpii de retenție corespunzători.

Table 1

Thermally field of anaerobic fermentation and the corresponding retention times, [2]

Thermally field	Temperatures	Minimum time of retention
Psychrophilic	< 20 °C	70 - 80 days
Mesophilic	30 - 42 °C	30 - 40 days
Termophilic	43 - 55 °C	15 - 20 days

2. pH and volatile fatty acids are also two important parameters in the process of anaerobic fermentation of biomass. The optimum pH range for the anaerobic fermentation in the mesophilic domain is between 6.5 and 8, and the process is inhibited if the pH value falls below 6.0 or increases over the 8.3. The pH value can be increased by ammonia during decomposition of proteins, or by its presence in the feed flow, while the accumulation of volatile fatty acids decreases the pH value, [2]. The volatile fatty acids comprising mainly acetic acid, propionic acid, butyric acid and valeric acid are the intermediate compounds that arise during the anaerobic fermentation of the organic fraction. Generally, volatile fatty acids produced during the anaerobic fermentation, can be finally transformed into CH₄ and CO₂ by acetogenic or methanogenic bacteria, [5, 13].

3. Ammonia is another parameter that must be taken into account in the process of anaerobic fermentation of biomass for obtaining biogas. It is formed during the decomposition of the proteins and other nitrogen containing substrates, existing in the form of ammonium (NH₄⁺) and free ammonia (NH₃). Ammonia can be used as a nutrient essential for the growth of bacteria involved in the anaerobic fermentation, while on the other hand, if it is found in high concentrations can become toxic, inhibiting the activity of bacteria, [16,18]. It is also well known that ammonia has an important role in balancing the ratio C / N, which may affect the performance of the anaerobic fermentation process, [17]. The concentration of free ammonia increases with increasing temperature and the pH value (See Fig. 3).

2. pH-ul și acizii grași volatili sunt de asemenea doi parametri importanți în procesul de fermentare anaerobă a biomasei. Intervalul de pH optim pentru fermentarea anaerobă în domeniul de temperatură mezofil este situat între 6,5 și 8, iar procesul este inhibat dacă valoarea pH-ului scade sub valoarea 6,0 sau crește peste valoarea 8,3. Valoarea pH-ului poate fi crescută de către amoniac, în timpul descompunerii proteinelor, sau prin prezența acestuia în fluxul de alimentare, în timp ce acumularea de acizi grași volatili scade valoarea pH-ului, [2]. Acizii grași volatili care includ în principal acidul acetic, acidul propionic, acidul butiric și acidul valeric, sunt compuşii intermediari care apar în timpul procesului de fermentare anaerobă a fracției organice. În general, acizii grași volatili produși în timpul procesului de fermentare anaerobă, pot fi în cele din urmă transformați în CH₄ și CO₂ de către bacteriile acetogene, respectiv metanogene, [5, 13].

3. Amoniacul constituie un alt parametru care trebuie luat în considerare în procesul de fermentare anaerobă a biomasei, în vederea obținerii biogazului. Acesta se formează în timpul procesului de descompunere a proteinelor sau a altor substraturi bogate în azot, existând sub formă de amoniu (NH₄⁺) și amoniu liber (NH₃). Amoniacul poate fi utilizat ca nutrient esențial pentru dezvoltarea bacteriilor implicate în procesul de fermentare anaerobă, deși pe de altă parte, dacă se regăsește în concentrații mari, poate deveni toxic, inhibând activitatea bacteriilor [16,18]. De asemenea, este foarte cunoscut faptul că amoniacul are un rol important în echilibrarea raportului C/N, care poate afecta performanța procesului de fermentare anaerobă, [17]. Concentrația amoniacului liber crește o dată cu creșterea valorii temperaturii și a pH-ului (Fig. 3).

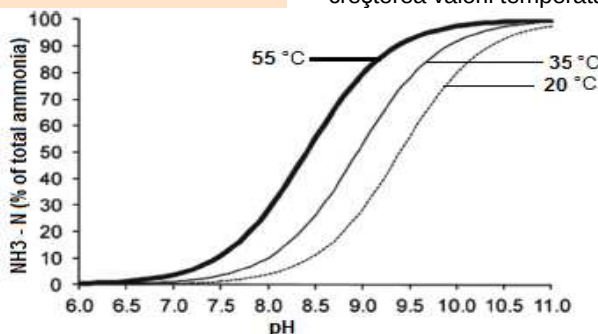


Fig. 3 – The ammonium percentages present in solution at different temperatures and varying pH, [21]

4. Heavy metals

The presence of heavy metals in the anaerobic fermentation process of the substrate composed of energy crops, organic fraction of municipal waste and from agricultural sector has a very important role in the performance and stability of digesters where biogas is produced. Depending on their respective concentrations, heavy metals may have a stimulatory, inhibitory or toxic role for the anaerobic fermentation process, [8].

The researches in this area have shown that the elements such as Co, Fe, Mo, Ni and Se are very important in the stability of anaerobic fermentation process, [10].

Ernestas Zaleckas et al., [20] investigated the effect of heavy metals on biogas production in the presence of Ni, Cu and Zn ions, using as substrate sludge from wastewater treatment plants mixed with rapeseed cakes. From Fig. 4 it can be seen that increasing the Zn content in the substrate processing, has a negative impact on the production of biogas. The lowest amount of biogas (3300 ml) was registered when the concentration of Zn increased to 8000 mg / kg. *Ernestas Zaleckas et al.* have found that after 14 days of anaerobic fermentation, in the anaerobic digester in which was added Zn, it was registered a decrease of biogas amount to 12% compared with the control anaerobic digester in which heavy metals have not been added.

In addition, these researchers reported that Ni and Cu ions do not have a negative impact on the anaerobic fermentation process, thus not affecting the production of biogas. After 14 days, the contents of methane (CH_4) in the biogas ranged between 64.5 and 70%.

4. Metalele grele

Prezența metalelor grele în procesul de fermentare anaerobă a substratului constituit din culturi energetice, fracția organică a deșeurilor municipale și a celor provenite din sectorul agricol, are un rol foarte important în performanța și stabilitatea fermentatoarelor unde se produce biogazul. În funcție de concentrația în care se regăsesc, metalele grele pot avea un rol stimulator, inhibitor sau chiar toxic în procesul de fermentare anaerobă, [8].

Studiile în domeniu au arătat că elementele Co, Fe, Mo, Ni și Se sunt foarte importante în stabilitatea procesului de fermentare anaerobă, [10].

Ernestas Zaleckas și colab., [20], au investigat efectul metalelor grele asupra producției de biogaz în prezența ionilor de Ni, Cu și Zn, utilizând ca substrat nămoluri provenite de la stațiile de epurare a apelor uzate în amestec cu turte de rapiță. Din Fig. 4 se poate observa că o creștere a conținutului de Zn în substratul procesat, prezintă un impact negativ asupra producției de biogaz. Cea mai scăzută cantitate de biogaz (3300 ml) a fost înregistrată în momentul în care concentrația de Zn a crescut la 8000 mg/kg. *Ernestas Zaleckas și colab.*, au concluzionat că după 14 zile de fermentare anaerobă, în reactorul anaerob în care s-a adăugat Zn, s-a înregistrat o scădere a cantității de biogaz cu 12% comparativ cu reactorul anaerob martor în care nu s-au adăugat metale grele.

De asemenea, aceștia au raportat că ionii de Ni și Cu nu au produs efecte negative asupra procesului de fermentare anaerobă, neafectând astfel producția de biogaz. După o perioadă de 14 zile, conținutul metanului (CH_4) în biogaz a variat între 64.5 și 70%.

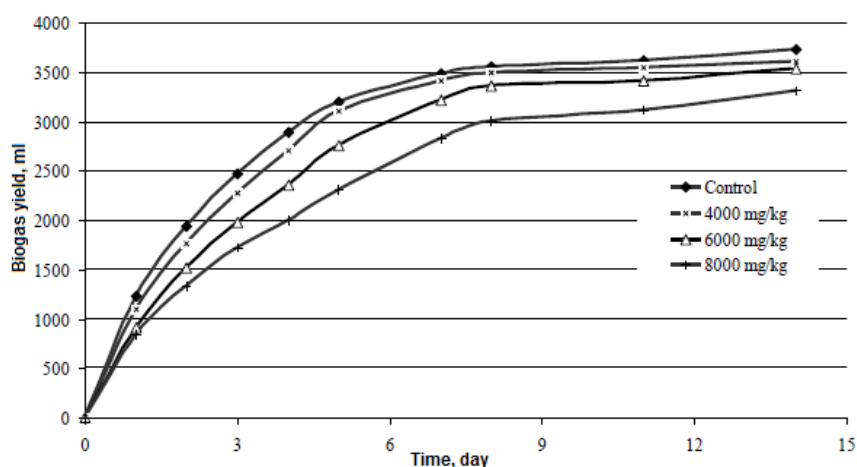


Fig. 4 - Biogas production during 14 days of anaerobic digestion at various Zn(II) concentrations, [20]

5. C/N ratio of the substrate or mixture of substrates used in the process of anaerobic fermentation, greatly influences the production of biogas, [17]. A large C/N ratio, indicating a rapid consumption of nitrogen by methanogenic bacteria, leading to reduced production of biogas. An optimal C/N ratio is required for anaerobic fermentation, this being important in methanogenic bacteria growth. For a good performance of the anaerobic fermentation process, the C/N ratio of the substrate should be in the range of 20-30 [15].

According to experiments conducted by *Tong Zhang et al.* [22], the optimal ratio C / N is in the range of 20-35.

5. Raportul C/N al substratului sau amestecului de substraturi, utilizate în procesul de fermentare anaerobă, influențează în mare măsură producția de biogaz, [17]. Un raport C/N mare, indică un consum rapid al azotului de către bacteriile metanogene, ceea ce duce la scăderea producției de biogaz. Un raport C/N optim este necesar pentru fermentarea anaerobă, acesta fiind important în dezvoltarea bacteriilor metanogene. Pentru o bună desfășurare a procesului de fermentare anaerobă valoarea raportului C/N al amestecului trebuie să fie cuprinsă între 20 – 30, [15].

Conform experimentelor realizate de *Tong Zhang și colab.* [22], raportul optim C/N este cuprins între 20 – 35.

Table 2

C/N ratio for different types of feedstock

Feedstock	C/N ratio
Green grass	25
Leaves of trees	41
Alfalfa	18
Cereals straw	56 - 87
Soybean stalks	32
Sheep waste	12
Cattle waste	12
Swine waste	9

CONCLUSIONS

Renewable energy presents a significant role to satisfy the EU targets for 2020, biogas being one of them. The Strategy objectives "202020" are: reduction of greenhouse gas emissions by at least 20% below 1990 levels, 20% of EU energy consumption to come from renewable sources, a 20% reduction in primary energy use compared with projected levels, to be achieved by improving energy efficiency.

Regarding the parameters that influence the process of anaerobic fermentation, to maintain the process stability, it is recommended to maintain the pH in the range of 6.8 - 7.2 and the temperature should be kept constant in the mesophilic or thermophilic fields. For a good performance of the anaerobic fermentation process, the C/N ratio of the substrate should be in the range of 20-30. Depending on the concentration, heavy metals may have a stimulatory, inhibitory or toxic role in the anaerobic fermentation process.

Acknowledgement

The work has been funded by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development 2007-2013 of the Ministry of European Funds through the Financial Agreement POSDRU/159/1.5/S/134398.

REFERENCES

- [1]. Abatzoglou N., Boivin S. (2009) - *A review of biogas purification processes*. Biofuels, Bioprod. Bioref. 3, pg. 42–71;
- [2]. Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Kottner M., Finsterwalder T., Volk S., Janssen R., Ofîteru A., Adamescu M., Bodescu F., Ionescu D. (2008) - *Biogas-Handbook*, pg. 24, ISBN 978-87-992962-0-0;
- [3]. Antizan-Ladislao B., Turrión-Gómez J.L. (2008) - *Second-generation biofuels and local bioenergy systems*, Biofuels, Bioprod. Bioref. 2, pg. 455–469;
- [4]. Apples L., Assche A.V., Willems K., Degreve J., Impe J.V., Dewil R. (2011) - *Peracetic acid oxidation as an alternative pre-treatment for the anaerobic digestion of waste activated sludge*, Bioresource Technology, 102, pg. 4124 – 4130;
- [5]. Buyukkamaci N., Filibeli A. (2004) - *Volatile fatty acid formation in an anaerobic hybrid reactor*, Process Biochem, 39, pg. 1491–1494;
- [6]. Chen Y., Cheng J.J., Creamer K.S. (2008) - *Inhibition of anaerobic digestion process: a review*, Bioresour Technol, 99, pg. 4044 – 4064;
- [7]. Cirne D.G., Lehtomäki A., Björnsson L., Blackall L.L. (2007) - *Hydrolysis and microbial community analyses in two-stage anaerobic digestion of energy crops*. J Appl Microbiol, 103, pg. 516–27;

CONCLUZII

Energiiile din surse regenerabile prezintă un rol deosebit de important pentru satisfacerea Țintelor Uniunii Europene obligatorii pentru 2020, iar biogazul este una dintre acestea. Obiectivele Strategiei "202020" sunt: reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu cel puțin 20% sub nivelurile din 1990, 20% din consumul UE de energie să provină de la surse regenerabile, o reducere de 20% în consumul de energie primară comparativ cu nivelurile prognozate, să fie atinsă prin îmbunătățirea eficienței energetice.

Referitor la parametrii care influențează procesul de fermentare anaerobă, pentru a se menține stabilitatea procesului, este recomandat să se mențină pH-ul în domeniul 6.8 – 7.2 iar valoarea temperaturii să fie menținută constantă în domeniile mezofil sau termofil. Valoarea raportului C/N al amestecului supus procesului de fermentare anaerobă este recomandat să fie cuprinsă între 20 – 30. Metalele grele pot avea un rol stimulator, inhibitor sau chiar toxic în procesul de fermentare anaerobă.

Mulțumiri

Rezultatele prezentate în acest articol au fost obținute cu sprijinul Ministerului Fondurilor Europene prin Programul Operational Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Contract nr. POSDRU/159/1.5/S/134398.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Abatzoglou N., Boivin S. (2009) – *O trecere în revista a proceselor de purificare a biogazului*. Biofuels, Bioprod. Bioref. 3, pag. 42–71;
- [2]. Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Kottner M., Finsterwalder T., Volk S., Janssen R., Ofîteru A., Adamescu M., Bodescu F., Ionescu D. (2008) - *Biogazul-ghid practic*, pag. 24, ISBN 978-87-992962-0-0;
- [3]. Antizan-Ladislao B., Turrión-Gómez J.L. (2008) – *Biocombustibili de a doua generație și sistemele locale de bioenergie*, Biofuels, Bioprod. Bioref. 2, pag. 455–469;
- [4]. Apples L., Assche A.V., Willems K., Degreve J., Impe J.V., Dewil R. (2011) – *Oxidarea acidului peracetic ca tratament alternativ pentru fermentarea anaerobă a namolului activat din reziduuri*, Bioresource Technology, 102, pag. 4124 – 4130;
- [5]. Buyukkamaci N., Filibeli A. (2004) – *Formarea de acizi grași volatili în reactorul hibrid ananaerobic*, Process Biochem, 39, pag. 1491–1494;
- [6]. Chen Y., Cheng J.J., Creamer K.S. (2008) – *Inhibirea procesului de fermentare anaerobă: o trecere în revista*, Bioresour Technol, 99, pag. 4044 – 4064;
- [7]. Cirne D.G., Lehtomäki A., Björnsson L., Blackall L.L. (2007) – *Hidroliza și analize microbiene ale fermentării anaerobice în două stadii a culturilor energetice*. J Appl Microbiol, 103, pag. 516–27;

[8]. Demirel B., Scherer P. (2011) - *Trace element requirements of agricultural biogas digesters during biological conversion of renewable biomass to methane*, Biomass and Bioenergy, 35 (3), pg. 992-998. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.022>;

[9]. European Commission - EUR 21350 (2005) - *Bio-mass - Green energy for Europe*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 92-894-8466-7;

[10]. Ilangovan K., Noyola A. (1993) - *Availability of Micronutrients during anaerobic digestion of molasses stillage using an upflow anaerobic sludge blanket (USAB) reactor*, Environmental Technology, vol. 14 (8), pg. 795-799; <http://dx.doi.org/10.1080/09593339309385351>;

[11]. Kalyuzhnyi S., Veeken A., Hamelers B. (2000) - *Two-particle model of anaerobic solid- state fermentation*. Water Sci Technol, 41, pg. 43-50;

[12]. Kim J.K., Oh B.R., Chun Y.N., Kim S.W. (2006) - *Effects of temperature and hydraulic retention time on anaerobic digestion of food waste*. J Biosci Bioeng 102 (4), pg. 328-332;

[13]. Palacio-Barco E, Robert-Peillard F, Boudenne J.L., Coulomb B (2010) *On-line analysis of volatile fatty acids in anaerobic treatment processes*. Anal Chim Acta 668, p. 74-79;

[14]. Păunescu I., Paraschiv G. (2006) - *Installations for waste recycling*, AGIR Publishing, Bucharest, pg. 94 - 100, ISBN 973-720-109-4;

[15]. Puyuelo B, Ponsa S, Gea T, Sanchez A. (2011) - *Determining C/N ratios for typical organic wastes using biodegradable fractions*, Chemosphere, 85,pg.653-659;

[16]. Walker M, Iyer K, Heaven S, Banks C.J. (2011) - *Ammonia removal in anaerobic digestion by biogas stripping: an evaluation of process alternatives using a first order rate model based on experimental findings*. Chem Eng J, 178, pg. 138-145;

[17]. Wang X., Yang G., Feng Y., Ren G., Han X. (2012) - *Optimizing feeding composition and carbon - nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw*, Bioresource Technology, 120, pg. 78 - 83;

[18]. Yenigun O., Demirel B. (2013) - *Ammonia inhibition in anaerobic digestion: a review*. Process Biochem; 48, p. 901-911;

[19]. Yi Z., Jia Z., Fuqing X., Yebo L. (2014) - *Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas - Review*, Progress in Energy and Combustion Science 42, p. 35-53;

[20]. Zaleckas E., Sendzikiene E., Ciutelyte R. (2012) - *Evaluation of heavy metals influence on biogas production*, Environmental Research, Engineering and Management, No. 4(62), pg. 14-20, ISSN1 392-1649, E ISSN 2029-2139;

[21]. Zhang C., Su H., Baeyens J., Tan T. (2014) - *Reviewing the anaerobic digestion of food waste for biogas production*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 38, pg. 383-392;

[22]. Zhang T., Liu L., Song Z., Ren G., Feng Y., Han X., Yang G. (2013) - *Biogas production by co-digestion of goat manure with three crop residues* LoS ONE 8(6), e66845, doi:10.1371/journal.pone.0066845.

[8]. Demirel B., Scherer P. (2011) - *Cerintele microelementelor bazinelor de fermentare a biogazului agricol in timpul conversiei biologice a biomasei regenerabile in metan*, Biomass and Bioenergy, 35 (3), pag. 992-998. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.022>;

[9]. European Commission - EUR 21350 (2005) - *Bio-mass - Green energy for Europe*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 92-894-8466-7;

[10]. Ilangovan K., Noyola A. (1993) - *Disponibilitatea micronutrientilor in timpul fermentarii anaerobice a melasei prin folosirea unui strat de namol (USAB) reactor*, Tehnologie de mediu, vol. 14 (8), pag. 795-799; <http://dx.doi.org/10.1080/09593339309385351>;

[11]. Kalyuzhnyi S., Veeken A., Hamelers B. (2000) - *Model cu doua particule pentru fermentarea in stare solida anaerobica*. Water Sci Technol, 41, pag. 43-50;

[12]. Kim J.K., Oh B.R., Chun Y.N., Kim S.W. (2006) - *Efectele temperaturii si timpului de retentie hidraulica asupra fermentarii anaerobice a resturilor lemnoase*. J Biosci Bioeng 102 (4), p. 328-332;

[13]. Palacio-Barco E, Robert-Peillard F, Boudenne J.L., Coulomb B. (2010) - *Analiza on-line a acizilor grasi volatili in procesele de tratare anaerobica*. Anal Chim Acta 668, p. 74-79;

[14]. Păunescu I., Paraschiv G., (2006) - *Instalații pentru reciclarea deșeurilor*, AGIR Publishing, București, p. 94 - 100, ISBN 973-720-109-4;

[15]. Puyuelo B, Ponsa S, Gea T, Sanchez A. (2011) - *Determinarea proportiilor C/N pentru resturile organice tipice folosind fractiile biodegradabile*, Chemosphere, 85,pg.653-659;

[16]. Walker M, Iyer K, Heaven S, Banks C.J. (2011) - *Eliminarea amoniacului in fermentarii anaerobice prin decopertarea biogazului: o evaluare a alternativelor procesului folosind un model de prim rang bazat pe descoperirile experimentale*. Chem Eng J, 178, pag. 138-145;

[17]. Wang X., Yang G., Feng Y., Ren G., Han X. (2012) - *Optimizarea compozitiei si raportului de carbon-nitrogen pentru imbunatatirea randamentului metanului in timpul co-digestiei co-digestion produselor lactate, a gunoiiul de la pasari si a paielor de grau*, Bioresource Technology, 120, pag. 78 - 83;

[18]. Yenigun O., Demirel B. (2013) - *Inhibarea amoniacului in digestia anaeroba: o trecere in revista*. Process Biochem; 48, pag. 901-911;

[19]. Yi Z., Jia Z., Fuqing X., Yebo L. (2014) - *Pretratarea biomasei lignocelulozice pentru sporirea biogazului - Trecere in revista*, Progress in Energy and Combustion Science 42, pag. 35-53;

[20]. Zaleckas E., Sendzikiene E., Ciutelyte R. (2012) - *Evaluarea influentei metalelor grele asupra productiei de biogaz*, Environmental Research, Engineering and Management, Nr. 4(62), pag. 14-20, ISSN1 392-1649, E ISSN 2029-2139;

[21]. Zhang C., Su H., Baeyens J., Tan T. (2014) - *Analiza fermentarii anaerobice a reziduurilor alimentare pentru producerea de biogaz*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 38, pag. 383-392;

[22]. Zhang T., Liu L., Song Z., Ren G., Feng Y., Han X., Yang G. (2013) - *Producerea biogazului prin co-digestia gunoiiului de grajd de capra cu trei reziduuri de cultura* LoS ONE 8(6), e66845, doi:10.1371/journal.pone.0066845.

DEVELOPMENT TRENDS OF ADVANCED TECHNOLOGY FOR SEEDLING PRODUCTION FROM SMALL AND VERY SMALL SEEDS

TENDINȚE DE DEZVOLTARE A TEHNOLOGIILOR AVANSATE PENTRU PRODUCEREA MATERIALULUI SĂDITOR DIN SEMINȚE MICI ȘI FOARTE MICI

Eng. Bogdanof C.G., Eng. Milea D., Ph.D. Eng. Vișan A.L.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 021.269.32.49; E-mail: bogdanof@inma.ro

Abstract: In the paper are presented the development tendencies of advanced technologies to produce seedling material. This domain has a great importance in agriculture because in the national statistics, Romania appears to be underdeveloped, namely these crops production has registered a significant decrease. Taking in to consideration the vegetable importance in agriculture and food industry, this study aims to support the Romanian farmers.

Keywords: technical progress, seedling material, seedling technologies, alveoli, high quality seedling

INTRODUCTION

In Romania, in accordance with National Institute of Statistics, the agriculture of the vegetable field has registered a decrease both in terms of the cultivated areas (263 thousand hectares in 2011 to 254 thousand hectares in 2012) and production that is approximately 17.2 % (from 4176 thousand of tons in 2011 to 3457 thousand of tons in 2012). The decrease of average vegetable production per hectare (tomato -28.2%, cucumber -25.5%, peppers – 20.1%, carrots – 18.7%) is affected by: climate changes, soil quality, applied technologies and seedling quality. Moreover, in 2012 the cultures of watermelons and melons showed a production decrease of 14 %, being also cultivated using small and very small seeds. In conclusion, this decline must be stopped and prevented, because the national agriculture on this market could satisfy the internal market requests, that in this moment knows an intense influx of goods from neighbour countries.

In order to reduce the climate change influence on crops, the alveolar seedling operations are encouraged, for obtaining a higher quality seedlings by efficiently using the energetic resources, the nutrients and a lower germination space, which then, can be replanted in the field when weather conditions are optimal. Moreover, by applying advanced technologies, the implementation of performant management systems on seedlings or micro-seedlings that directly influence the crop yield, is accomplished, as it can be seen in fig.1.

From the agronomic research activities conducted, the manual sowing in germinating layers has certain disadvantages related to alveolar tray sowing: the plant development stage is uniform (as it can be observed in fig.1.a) and easily monitored; surface density is higher, seeds, peat and necessary energy to heat greenhouses are saved; uniform feeding and watering of root system and stem are accomplished; growth period and the possibility to earlier sow in the field are reduced.

Considering that cellular seeding has other advantages besides those presented above, it falls into the category of crop optimization technologies (as shown in fig.1.b) and its management, also in the precision agriculture, which aims to reduce production costs and at the same time to grow the production, which can be reflected on the obtained profit and supporting the intensive and

Rezumat: În lucrare sunt prezentate tendințele de dezvoltare a tehnologiilor avansate pentru producerea materialului săditor. Acest domeniu are o importanță deosebită în agricultură, deoarece în statisticile naționale, România figurează ca sectorul legumicol subdezvoltat, respectiv că producția acestor culturi scade semnificativ. Având în vedere importanța legumelor în industria agricolă și alimentară, se dorește a se realiza acest studiu pentru a veni în sprijinul fermierilor din România.

Cuvinte cheie: progres tehnic, material săditor, tehnologii de semănat, alveole, răsad de calitate

INTRODUCERE

În România, conform Institutului Național de Statistică, agricultura din domeniul legumicol înregistrează o scădere atât din punct de vedere al suprafețelor cultivate (263 mii hectare în 2011 la 254 mii hectare în 2012) cât și al producției cu aproximativ 17.2% (de la 4176 mii tone în 2011 la 3457 mii tone în 2012). Scăderea producției medii la hectar pentru leguminoase (tomate - 28.2%, castraveți - 25.5%, ardei - 20.1%, morcovi - 18.7%) este influențată de: schimbările climatice, calitatea solului, tehnologiile aplicate și calitatea materialului semincer. Mai mult decât atât în anul 2012 culturile de pepeni verzi și galbeni au înregistrat o scădere a producției cu 14%, care de asemenea sunt înființate prin semințe mici și foarte mici. În concluzie această scădere trebuie să fie oprită și prevenită, pentru ca agricultura națională pe acest segment de piață, să poată satisface cerințele pieței interne, care în momentul acesta cunoaște un aflus intens de produse din țările învecinate. [5]

Pentru a diminua influența schimbărilor climatice asupra culturilor se încurajează utilizarea semănării semințelor în alveole, astfel se obțin răsaduri de o calitate superioară utilizând eficient resurse energetice, substanțe nutritive și spațiu de germinare mai redus, care apoi pot fi replantate în câmp atunci când condițiile climatice sunt optime. De asemenea, aplicarea tehnologiilor avansate susțin implementarea unor sisteme de management performante asupra răsadurilor sau a micro-răsadurilor ce influențează direct productivitatea culturilor, așa cum poate fi observat în fig.1.

Din cercetările agronomice realizate, semănatul manual în pat nutritiv prezintă anumite dezavantaje față de semănatul în tavă alveolară: stadiul de dezvoltare a plantelor este uniform (cum se poate observa în fig.1.a), și ușor de monitorizat; densitatea pe unitatea de suprafață este mai mare; se economisesc semințe, turbă și energia necesară încălzirii serelor; hrănirea și irigarea uniformă a sistemului radicular și a tulpinii; reduce timpul de cultivare și posibilitatea de sădire mai timpurie în câmp.

Având în vedere că semănatul alveolar reprezintă și alte avantaje în afară de cele prezentate, acesta se încadrează în categoria de tehnologii de optimizare a culturilor (cum se poate observa în fig.1.b) și managementul acestora, precum și în domeniul agriculturii de precizie, care are ca obiectiv reducerea costurilor de producție concomitent cu creșterea economică a acesteia, ce se reflectă

sustainable agriculture.

So far these crops have not been encouraged because they required a great amount of manual labor and on internal market there are not advanced equipment to allow handling small and very small seeds, and either means of positioning and adjusting the planting depth.

From speciality literature it was observed the need to develop the alveolar seedling equipment and technologies to assist farmers and small entrepreneurs in the vegetable, flower growing, orchards and forests field, to obtain high quality seedlings, which can easily be sold on internal market and / or planted in a very short time.



a) plugs



b) seedling

Fig. 1 – The development of plant sate from plugs trays a) and the seedlings after subculturing b).

In European Union countries, emphasis is made on intensive and sustainable agriculture development by implementing innovative policies and technologies with a high automation and precision grade in order to obtain: great productivity, environment protection, high food quality and also rational use of natural resources.

Currently, machine and equipment builder companies for alveolar sowing of small and smaller seeds, present a real interest, area that is at the beginning because there are only a few automated or semi-automated technologies for planting material production by firms: URBINATI, MOSA, SEEDERMAN and BLACKMORE.

As can be seen, these devices have been developed in industrialized and tradition countries, which have clear directions for agriculture development and they are key drivers of RDI activities on worldwide.

MATERIAL AND METHOD

Most research activities in the seedling equipment field for small and very small seeds, were made to develop the field sowing machines using distribution mechanical systems, respectively shaped rotary discs or cups adapted for each type of seed, for 1 to 12 rows (such as: hand seeding machine M1R, K1, M4R, and BEKER pneumatic seeder).

One of the most important developing companies from Europe that produce planting material technology is the URBINATI company, that has been working in this area since 1980. [4]

These technologies usually are composed from the next components:

- abrushing group, that perfectly cleans the plugs trays from the exceeding soil and it is recovered;
- a shape pressing systems, that ensures a centered positioning in the cell and a perfectly regular shape of the hole;
- a seeding group, that produces a perfect seeding operation for every seed, be it large or small. A second seeding group can be added for multiseeding or chemical grains dispensing;
- the covering drum for vermiculite or other cereals

în profilul obținut și sprijinirea agriculturii intensive și sustenabile.

Până în prezent aceste tipuri de semănare nu au fost încurajate, deoarece necesitau un volum mare de muncă manuală iar pe piața internă nu există echipamente performante care să permită manipularea semințelor mici și foarte mici, și nici a mijloacelor de poziționare și reglarea adâncimi de plantare a acestora.

Din literatura de specialitate s-a observat necesitatea de a crea echipamente și tehnologii de semănare în alveole, pentru a veni în sprijinul agricultorilor și a micilor întreprinzători din domeniu: legumicol, floricol, pomicol și forestier, pentru obținerea unor răsaduri de o calitate superioară, ce pot fi comercializate cu ușurință pe piața internă și/sau plantate într-un interval foarte scurt de timp.

În țările Uniunii Europene, se pune accent pe dezvoltarea agriculturii intensive și sustenabile prin implementarea de politici și tehnologii inovative cu un grad ridicat de automatizare și precizie, pentru a obține: productivitate ridicată, protejarea mediului, produse alimentare de calitate superioară, precum și utilizarea rațională a resurselor naturale.

La ora actuală, societățile constructoare de mașini și echipamente pentru semănatul alveolar al semințelor de dimensiuni mici și foarte mici, prezintă un real interes, în acest domeniu, care este la început, deoarece există doar câteva tehnologii pentru producerea materialului săditor semi-automate sau automate, realizate de firmele: URBINATI, MOSA, SEEDERMAN și BLACKMORE.

După cum se poate observa, aceste echipamente au fost dezvoltate în țările puternic industrializate și cu tradiție, care au direcții clare de dezvoltare în domeniul agriculturii și reprezintă motoarele activităților de CDI pe plan mondial.

MATERIAL ȘI METODĂ

Majoritatea cercetărilor din domeniu echipamentelor de însemănat semințe mici și foarte mici, au fost realizate în scopul dezvoltării mașinilor de însemănat pe câmp utilizând sisteme mecanice de distribuție, respectiv discuri rotative profilate sau cupe adaptate pentru fiecare categorie de semințe, pe 1 până la 12 de rânduri (precum sunt: mașinile de semănat manuale M1R, K1, M4R, și semănătoare pneumatică BEKER). [6]

Una dintre cele mai importante companii dezvoltatoare de tehnologii pentru producerea materialului săditor din Europa este compania URBINATI, cu tradiție în acest domeniu din 1980. [4]

Aceste tehnologii sunt formate de obicei din următoarele componente:

- un grup de perii, care curță foarte bine tăvile alveolare de solul excedentar și îl recuperează;
- un sistem de presare profilat, care asigură crearea de cavități centrale în alveole cu forme regulate și bine definite;
- un grup de semănare, care efectuează operația pentru fiecare semință în parte, fie ea mare sau mică. Un al doilea grup poate fi adăugat în caz că se dorește o semănare multiplă sau dispersarea de chimicale granulate;
- tamburul de acoperire cu vermiculită sau alte cereale,

performs a great uniformity and enables to choose the working width and the quantity of product distributed, to reduce any wastes;

Each component of the machine is designed to improve the operators work conditions due to: fast adjustments, low noise, high quality and reliability to reduce maintenance.

The main components of SIGMA seeding line are:

1. Pneumatic single tray distributing system with 2 movements of empty trays on conveying belt with length 3300 [mm];
2. Soil hopper of capacity 1500 [l] with agitator;
3. Soil elevator with cups of 690 [mm] and double chain;
4. Longitudinal tray filler with 4 blades and -rotor with rotation reversing gear;
5. Tray cleaning brush and double auger;
6. Recovery system for exceeding soil.
7. Driven dibbler with cleaning brush.
8. Driven seeding drum diameter of 169 [mm] endowed with holes of a minimum diameter of 0.15 [mm] and a cleaning system. Also it has bars with double row of nozzles and oscillating seed holding plate with adjustable speed slideways that improve the seed positioning in the center of the hole.
9. Electric panel and touch screen
10. First watering unit with 3 drilled bars.
11. Drum coverer for vermiculite, with adjustable speed and dosage, capacity of 430 [l].
12. Second watering unit with 3 drilled bars.
13. Electromechanical balance stacker with automatic tray advancement.
14. Rapid adjustment system of tray width with self-centering handles.

efectuează operația de uniformizare și permite să fie aleasă lățimea de lucru și cantitatea de produse distribuite, pentru a reduce pierderile. [4]

Fiecare componentă în parte este proiectată pentru a îmbunătăți condițiile de lucru a operatorului, datorită reglajelor rapide, nivel scăzut de zgomot, calitate și fiabilitate ridicată pentru a reduce mentenanța.

Principalele componente ale liniei de semănare SIGMA sunt:

1. Un sistem de distribuie pneumatic cu două mișcări a tăvilor goale pe banda transportoare cu lungimea de 3300 [mm];
2. Buncăr de sol cu capacitatea de 1500 [l] cu agitator;
3. Elevator de pământ cu cupe de 690 [mm] și lanț dublu;
4. Alimentator pentru tăvi longitudinal cu 4 palete și grup reversibil de antrenare;
5. Perie de curățare a tăvii și melc dublu;
6. Sistem de recuperare pentru solul excedentar;
7. Sistem de presat profilat prevăzut cu perii de curățat;
8. Tambur de semăntat cu diametrul de 169 [mm] ce are orificii cu diametrul minim de 0,15 [mm], prevăzut cu un sistem de curățare. De asemenea acesta are bare cu două rânduri de duze și tavă vibratoare pentru semințe și ghidaje cu viteză reglabilă pentru a îmbunătăți poziționarea seminței pe centrul găurii;
9. Panou electric și touch screen;
10. Prima unitate de udare cu 3 țevi găurite;
11. Tambur de acoperire cu vermiculită ce are viteză și dozarea reglabilă, de capacitate 430 [l];
12. A doua unitate de udare cu 3 țevi găurite;
13. Stivuitor electromecanic masic prevăzut cu un sistem automat de avans al tăvii;
14. Sistemul de reglare rapidă a tăvii și mânere de autocentrare.

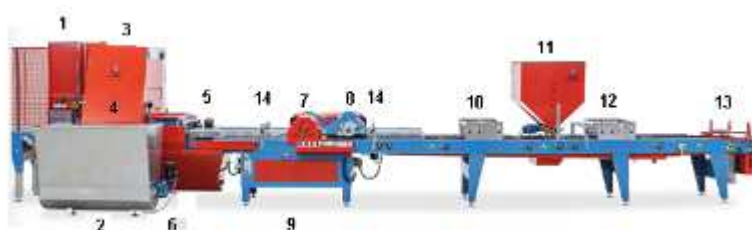


Fig. 2 - SIGMA seedling lineup 1800 trays/hour. [4]

KAPPA SEEDING LINE, the automatic row seeding group, with electronic control, allows to deposit one or more seeds in the same cell with a perfect singularisation of both small and big seeds.

The control panel and data display can offer the possibility to program and store the seedling line parameters, up to 99 seeding programs. The main components of this technology are:

1. Pneumatic tray denester with 2 movements for expanded polystyrene trays;
2. Soil hopper capacity 700 [l] with bottom belt;
3. Soil elevator with a double chain;
4. Trayfiller with linear rotor with 4 blades;
5. Tray cleaning brush and double auger;
6. Automatic seeding head with nozzles and dibbler;
7. Electric control panel integrated in the machine with 99 storable seeding programs, multiseeding programs from 2 to 99 seeds per cell and diagnostic;
8. Drum coverer for vermiculite, with dosage adjusting, hopper capacity 170 [l];
9. Water unit with 1 drilled bar;
10. Automatic balance stacker.

Linia de semănat KAPPA, este un grup automat de semănare pe rânduri prevăzut cu un control electronic ce permite amplasarea unei semințe sau unui grup de semințe în aceeași celulă individualizând perfect semințele mici și mari.

Panoul de comandă și display-ul, oferă posibilitatea de a programa și memora parametrii de funcționare a liniei de semănat, până la 99 de programe. Componentele principale ale acestei tehnologii sunt:

1. Sistem de distribuie pneumatic cu două mișcări a tăvilor expandate din poliester;
2. Buncăr pentru sol cu capacitate de 700 [l] ce are în partea inferioară o bandă transportoare;
3. Elevator de sol cu lanț dublu;
4. Alimentator pentru tăvi longitudinale cu 4 palete;
5. Perie de curățare a tăvii și melc dublu;
6. Sistem de semănat automat cu duze și de presat;
7. Panou de comandă și control electric integrat pe mașina care conferă posibilitatea de a memora 99 de programe de semănat, programe de semănat multiplu de la 2 până la 99 de semințe pe celulă;
8. Tambur de acoperire cu vermiculită ce are capacitatea de dozare reglabilă, 170 [l];
9. Unitate de udare cu o bară găurită;
10. Stivuitor automat masic.



Fig. 3 - KAPPA SEEDING LINE up to 2400 trays/hour. [4]

In table 1. Are presented the technical characteristics of the most performant production technology of planting material made by URBINATI.

În tabelul 1, sunt prezentate caracteristicile tehnice ale celor mai performante tehnologii de producere a materialului săditor specifice firmei URBINATI.

Table 1.

Tehcnical data sheet of URBINATI seedling lines [4]

Technical data/Model	SIGMA	KAPPA	KAPPA E
Production/ hour	from 200 to 1800 trays	adjustable to 2400 rows	adjustable to 2400 rows
Max. tray dimension	600 x 400 [mm]	750 x 400 [mm]	750 x 500 [mm]
Dimensions (L x W x H)	13013 x 2810 x 2271 [mm]	5599 x 2344x 2251 [mm]	5599 x 2344x 2251 [mm]
Weight	2470 [kg]	980 [kg]	980 [kg]
Vacuum pump	1800 PVA mod.	venturi system	venturi system
Air consumption	Max. 300 [l/min]	Max. 290 [l/min]	Max. 290 [l/min]
Water consumption	Max. 25 [l/min] at 2 [atm].	Max. 20 [l/min] at 2 [atm]	Max. 20 [l/min] at 2 [atm]
Installed power	12 [kW], 400 [V], 3F, 50/60 [Hz]	4.5 [kW], 400 [V], 3F, 50/60 [Hz]	4.5 [kW], 400 [V], 3F, 50/60 [Hz]
Options		Different kinds of nozzles (silicone, multiseeding, etc.).	

The Hight Automation Seeding line, made by MOSA company- Italy, has the next parts: tray denester – I; compost hooper – II; nutritive cubes seeding unit with drum or needs – III; compost drum coverer and water unit – V, fig.3. [2]

The advantages of this technology are: a design optimization of the traditional drum line in order to reach the highest precision; a greater compacting to rich maximum working capacity; easy electronic control of all working components and a well-known exclusive modularity.

Linia de semănat cu grad ridicat de automatizare, fabricată de firma MOSA – Italia, are următoarele componente: echipament de distribuție a tăvilor alveolare – I; echipament de alimentare cu compost – II, echipament de semănat în cuiburi nutritive cu tambur sau ace – III; echipament de acoperit sămânța cu compost și unitate de udare – IV, precum și un echipament de paletizare și ambalare – V, fig.3. [2]

Avantajele acestei tehnologii sunt: optimizare din punct de vedere constructiv a liniei cu tambur pentru a atinge cea mai înaltă precizie; dimensiuni de gabarit reduse pentru a atinge capacitatea maximă de lucru; un control facil al unităților de lucru și o foarte bună modularitate.



Fig. 4 – MOSA hight automation seeding line [2]

TO 55 model comprises several equipment: 1 - tray filler, 2. – needle row seeder; 3- drum coverer of vermiculite and water dispencer; 4 – rolling end table.

The standard model includes 8 different sizes of needles, a complete seeding kit, a suction filter and a collector for leftover seeds.

At the same time, this machine is fully electric and does not need an air compressor, because the sowing system is based on needles. A special system for naked seeds was created, for many different seed shapes: from the smallest (like: lobelia, petunia, tobacco) to the most irregularly-shaped (like: marigold, zinnia, celery, pepper) or different types (like: cactus plants, and even water melon or coated seeds). [2]

Modelul TO 55, are în componență următoarele echipamente: 1 - alimentator cu compost al tăvilor, 2 – echipament de semănat cu ace; 3 – tambur de acoperire cu vermiculită și unitate de udare, 4 - masă rulantă de stocat tăvi.

Modelul standard include: 8 seturi de ace de diferite dimensiuni; un kit de semănat complet; un filtru de aspirație și un colector de semințe.

Totodată această mașină este complet electrică și nu necesită o surasă de aer comprimat deoarece sistemul de semănat este cu ace. A fost creat un sistem special pentru semințe decorticate cu forme neregulate: de la cele mai mici (ca de exemplu: lobelia, petunia, tutun) până la cele mai neregulate forme (ca de exemplu: gălbenele, zinnia, țelină, piper) sau de tipuri diferite (ca: plante de cactus și chiar de pepene roșu sau semințe tratate). [2].



Fig. 5 - Row seeding line TO 55.S [2]

In table 2 were centralized the technical characteristics of these technologies to highlight technical differences and performance differences.

În tabelul 2, au fost centralizate caracteristicile tehnice ale acestor tehnologii pentru a scoate în evidență diferențele tehnice și de performanță.

Table 2

Technical data sheet of MOSA seedling lines [2]

Technical data/Model	Drum seeding line 1400	Row seeding line TO 55.S
Production	1400 trays/hour	2 seconds /row
Max. tray dimension	-	-
Dimensions (L x W x H)	11150 x 2790 x 2000 [mm]	7820 x 1980 x 2000 [mm]
Weight	1905 [kg]	828 [kg]
Vacuum pump	-	-
Air consumption	Max. 140 [l/min]	-
Water consumption	-	-
Installed power	8.89 [kW], 400 [V], 3F, 50 [Hz]	3.07 [kW], 400 [V], 3F, 50 [Hz]
Options		Container cleaning brush; Tray denester; Duple vacuum pump

The newest SEEDERMAN machine, made in 2014 was developed as a result of a demand from growers to sow an even layer of seed in an open tray for the production of Micro-Greens, a new gastronomic trend in the greatest restaurants. The GS3-HD began at the AmericanHort "Cultivate 14" trade show held in Columbus - Ohio and received first prize. [3]

Cea mai noua mașină a companiei SEEDERMAN, fabricată în 2014, a fost realizată ca urmare a unei cereri din partea producătorilor pentru a semăna straturi de semințe în tăvi alveolare pentru producerea de micro-legume cu frunze, un nou curent gastronomic în marile restaurante. Modelul GS3-HD a debutat în cadrul târgului AmericanHort "Cultivate 14" ținut în Columbus – Ohio și a primit premiul I [3].



Fig. 6 - Automatic Needle Seeder Model GS3-HD. [3]



Fig. 7 - Blackmore Company Cylinder Seeders [1]

Another American seedling technology is the Stretch PLC Cylinder Seeder, made by BLACKMORE company, used by most major plug farmers in North America (82 % market share among top 100 growers) is an integral part of seeding lines in many greenhouse seeding operations around the world as well. The advantages of this technology are:

- True in-line operation/control with tray filler, label applicator, Water All
- Quick seed and tray changes facilitated when are placed four, three and two option cylinder heads, to obtain higher throughputs.
- High accuracy, and excellent placement
- the PLC can ease the operation and quick change-overs of the operation parameters.

In table 3, are presented the technical properties of USA technological lines, but as it can be noticed, regarding the Cilinder seeder, are not presented many technical data.

O altă tehnologie de semănat este „Stretch PLC Cylinder Seeder”, fabricată de firma BLACKMORE și utilizată în principal de marii producători de material săditor alveolar din America de Nord (ce au o cotă de piață de 82 % din primii 100 de producători) și este o linie completă de semănat pentru majoritatea lucrărilor în seră pe plan mondial. Avantajele acestei tehnologii sunt:

- Sincronizarea operațiilor/ controlul cu buncărul de alimentare a tăvi alveolare cu aplicatorul de etichete și umidificatorul;
- Semințele și tava sunt ușor schimbabile atunci când sunt montați 4, 3 sau 2 cilindrii de semănat, pentru a obține o productivitate mai ridicată;
- Precizie ridicată și o poziționare precisă;
- PLC-ul poate ușura funcționarea și schimbările rapide ale regimului de funcționare.

În tabelul 3, sunt prezentate caracteristicile tehnice ale liniilor tehnologice din USA, dar după cum se poate observa pentru semănătoarea cu cilindru nu sunt specificate multe date tehnice.

Table 3

Technical data sheet of American seedling lines [1, 3]

Technical data/Model	Automatic Needle Seeder GS3	Cylinder Seeders line
Production	120 – 512 trays/hour	1200 trays/hour
Max. tray dimension	50 - 512 cells/tray	-
Dimensions (L x W x H)	203 x 609 x 711 [mm]	-
Weight	31.75 [kg]	-
Vacuum pump	1800 PVA mod.	-
Air consumption	4 [bar]	-
Water consumption	-	-
Installed power	-	-
Options	Dibbler attachment standard; Vermiculite dispenser available	Multy-sow unit

CONCLUSIONS

From this paper the following conclusions can be drawn:

1. The stage of development of advanced technologies for planting material production depends on the level of complexity and users requirements, namely the agriculture market - production of planting material for greenhouses and protected areas.
2. The level of automation of these technologies depends on the tradition of machinery manufacturing companies and their absorption on the national/international market, that is dependent on the farmers requirements which own large cultivating areas as well as major manufacturers of top quality seedlings.
3. At these advanced technologies the seeding precision can reach 99.9%, which is correlated with seed type and size. Once the adjusting parameters established, repeatability of this process is very high and constant in time.
4. The alveolar seedlings obtained using those technological lines have an uniform level of development, fully using the materials, energy and nutrients from the soil resources.
5. The seedlings selling can cover the seedling manufacturers major material and production costs and can get attractive profits.
6. In Europe, it is emphasized the development of compete and complex lines for sowing small and smaller seeds used in agricultural industry, respectively on vegetable and flower fields, in order to obtain planting material for producing farmers and for commercial purpose.
7. In USA, manufacturing companies in this industry focused mainly on developing modular sowing equipment in nutrients cubes that can be incorporated into technological lines for seedlings production, in compliance with the farmers requirements, semi-automatic or automatic lines.

This study was conducted to highlight the current developing trends in agricultural industry, and to encourage local farmers to develop activities in this area, offering an adequate choice, according to their needs and automation state, especially now, when accessing the European funds to develop sustainable and intensive agriculture at national level is being mostly emphasized.

REFERENCES

- [1]. *** - *Blackmore Company Cylinder Seeders*, catalog data sheet, BLACKMORE Company Inc., www.blackmoreco.com;
- [2]. *** - *Machine Catalogue „OrtoFloroVivaismo”*, MOSA Green SRL, <http://www.mosagreen.it>;
- [3]. *** (2003) - *Seederman Catalogue „Products GS2/GS3 Automatic Needle Seeder Owners Manual and Operating Guide”*, SEEDERMAN, www.seederman.com;
- [4]. *** (2014) - *Nursery technology Catalogue*, URBINATI, www.urbinati.com;
- [5]. *** (2013) - *Agricultural vegetal production for main crops in 2012 (provisional data)*, Press release no. 71 from 29 March 2013 of Statistic National Institute from Romania;
- [6]. Bogdanf G.C., Vişan A.L. (2014) - *Trends in the field of drills for small and very small seeds*, TechnoMarket, no.3, pg.8-10.

CONCLUZII

Din această lucrare se pot desprinde următoarele concluzii:

1. Stadiul de dezvoltare a tehnologiilor avansate pentru producerea materialului săditor depinde de gradul de complexitate și de cerințele utilizatorului, respectiv al pieței din domeniul agriculturii - producerea materialului săditor pentru sere și spații protejate.
2. Gradul de automatizare a acestor tehnologii depinde de tradiția firmelor constructoare de mașini precum și de gradul de absorbție a acestora pe piața națională/internațională, ce este dependentă de cerințele fermierilor care dețin suprafețe mari de cultivare precum și a marilor producători de răsaduri de calitate superioară.
3. La aceste tehnologii avansate de semănat precizia poate să ajungă la 99,9 %, valoare corelată cu tipul seminței și cu dimensiunile acesteia. Odată stabiliți parametrii de reglare, repetabilitatea acestui proces este foarte ridicată și constantă în timp. [6]
4. Răsadurile alveolare produse de aceste linii tehnologice au un grad uniform de dezvoltare, utilizând la maxim resursele: materiale, energetice și nutritive din sol.
5. Prin comercializarea mini-răsadurilor se pot acoperi cheltuielile materiale și de producție ale marilor producători de material săditor și se poate obține un profit atractiv.
6. În Europa se pune accent pe dezvoltarea de linii compete și complexe pentru semănatul semințelor mici și foarte mici necesare în industria agricolă, respectiv în cea legumicolă și floricolă, pentru obținerea materialului săditor atât pentru uzul fermierului producător cât și pentru comercializare.
7. În USA firmele producătoare din domeniu s-au axat în principal pe dezvoltarea de echipamente modulare de semănat în cuiuri nutritive ce pot fi încorporate în linii tehnologice de producere a răsadurilor în conformitate cu cerințele cultivatorilor, semi-automate sau automate.

Acest studiu a fost realizat pentru a evidenția tendințele actuale de dezvoltare în industria agricolă, precum și a încuraja fermierii autohtoni să dezvolte activități în acest domeniu, oferind posibilitatea unei alegeri adegvate în funcție de nevoi și gradul de automatizare, mai ales acum când se pune un accent deosebit în accesarea Fondurilor Europene în vederea dezvoltării agriculturii intensive și susținabile la nivel național.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. *** - *Blackmore Company Cylinder Seeders*, fișa de produs, BLACKMORE Company Inc., www.blackmoreco.com;
- [2]. *** - *Catalog de mașini „OrtoFloroVivaismo”*, MOSA Green SRL, <http://www.mosagreen.it>;
- [3]. *** (2003) - *Catalog Seederman „Produse GS2/GS3 Manualul și ghidul de operare a posesorilor de semănători cu ace”*, SEEDERMAN, www.seederman.com;
- [4]. *** (2014) - *Catalog „Nursery technology”*, URBINATI, www.urbinati.com;
- [5]. *** (2013) - *Producția agricolă vegetală la principalele culturi, în anul 2012 (date provizorii)*, Comunicat de presă nr. 71 din 29 Martie 2013 al Institutului Național de Statistică din România;
- [6]. Bogdanf G.C., Vişan A.L. (2014) - *Tendențe în domeniul mașinilor de semănat semințe mici și foarte mici*, TechnoMarket, nr.3, pag.8-10.

ECONOMIC RISK ANALYSIS IN THE AGRICULTURAL ACTIVITY

ANALIZA ECONOMICĂ A RISCULUI ÎN ACTIVITATEA AGRICOLĂ

Assoc. Prof. Ph.D. Ec. David O., Lect. PhD. Eng. Voicu P.

University POLITEHNICA of Bucharest, Faculty of Entrepreneurship, Business Engineering and Management / Romania
Tel: 0722126432; E-mail: davidgioana@yahoo.com

Abstract: The paper presents the notion and the calculation mode of the risk involved in capital investments that exist in economic activity. Because a riskless world does not and cannot exist, some methods of risk analysis must be used. In the agricultural activity, the risk exists, being involved in people activities (using the fertilizations, the irrigations etc.) and nature (floods, climatic changes, drought etc.).

Keywords: economic risk, agricultural activity, management, environmental risk, decisions under risk and uncertainty

INTRODUCTION

The definition of certainty is that the occurring events cannot be different than the already assumed ones. If given the opportunity to derive more than one result in the future and the probability of each such outcome is known or can be forecast, any decision on these results will then take place under risk conditions.

The possibility to derive more results in a set of others that mutually exclude one another is valid, as the set includes all the potential results and the probability of such result is unknown and cannot be estimated. A decision thus taken will occur under uncertainty conditions.

Agriculture is directly affected by the critical weather phenomena in all its segments and their impact is beyond the bounds of being minimized or overlooked. To this purpose, the evaluation of the risk of agricultural land and cultivated species to the occurrence of the extreme climate phenomena is done via establishing the vulnerability degree of such species related to the agro climatic phenomena of thermal stress (hoarfrost, frost, heat, freeze), water (pedological drought/humidity excess, downpour) and mechanical stress (storm, squall, hail) and delineating the features of intensity and duration, at a local, regional and national scale.

Investment in agriculture involves a certain risk degree. For a correct evaluation, the potential investors should analyze the economic and environment risks that may emerge.

MATERIAL AND METHOD

The development of the civil society from the industrial and technological perspectives has pointed out the presence of new risks, which exceed the circle of the natural risks (earthquakes, flooding, etc) as they have been known to the humankind since old times. These new risks will include the ones deriving from the economic activity and which emergence frequency is higher than for those on a determined period of time.

In [2] Popescu C. says that the risk has more meanings, among which are the below ones:

1. the sacrifice of an immediate advantage or the absence of an immediate consumption in exchange for future benefits;
2. the loss of a certain and immediate advantage in an investment;
3. the uncertainty about the value of a financial

Rezumat: Lucrarea prezintă noțiunea și modul de calcul al riscului implicat de investițiile de capital existent în orice activitate economică. Deoarece o lume fără risc nu există și nu poate exista, unele metode de analiză a riscului trebuie folosite. În activitatea agricolă, riscul există atât din activitatea omului (utilizarea fertilizatorilor, a irigațiilor etc.), cât și din influența naturii (inundații, schimbări climatice, secetă etc.).

Cuvinte cheie: risc economic, activitate agricolă, management, risc de mediu, decizii în condiții de risc și incertitudine

INTRODUCERE

Certitudinea înseamnă că evenimentele care au loc nu pot fi altele decât cele pe care ni le-am imaginat. Dacă avem posibilitatea de a obține mai mult de un rezultat în viitor și probabilitatea fiecărui rezultat viitor este cunoscută sau poate fi estimată, atunci orice decizie cu privire la aceste rezultate se va face în condiții de risc.

Posibilitatea de a obține mai mult de un rezultat într-un set de rezultate care se exclud reciproc există, setul incluzând toate rezultatele posibile și probabilitatea acestui rezultat este necunoscută și nu poate fi estimată. O decizie luată în aceste condiții se face în condiții de incertitudine.

Agricultura, în toate segmentele ei, este afectată direct de fenomenele meteo periculoase, iar efectele lor, nu pot fi minimalizate sau ignorate. În acest scop, evaluarea riscului suprafețelor agricole și a speciilor cultivate la producerea fenomenelor climatice extreme se realizează prin stabilirea gradului de vulnerabilitate a speciilor agricole față de fenomenele agroclimatice de stres termic (brume, înghețuri, arșiță, ger), hidric (secete pedologice/excese de umiditate, ploi torențiale) și mecanic (furtună, vijelie, grindină) și delimitarea caracteristicilor de intensitate și durată la scară locală, regională și națională.

Investiția în agricultură implică un anumit grad de risc. Pentru o evaluare corectă a acesteia, potențialii investitori ar trebui să analizeze riscurile economice și de mediu care pot apare.

MATERIAL ȘI METODĂ

Dezvoltarea societății civile din punct de vedere industrial și tehnologic a pus în evidență prezența unor riscuri noi, care depășesc sfera riscurilor naturale (cutremure, inundații etc.) cunoscute din vechime. Între aceste noi riscuri se înscriu cele rezultate din activitatea economică și a căror frecvență de apariție este mai ridicată decât a celorlalte pe o perioadă determinată de timp.

În [2] Popescu C. arată că riscul are mai multe accepțiuni, printre care:

1. sacrificiul unui avantaj imediat sau absența unui consum imediat în schimbul unor avantaje viitoare;
2. pierderea unui avantaj cert și imediat dintr-o investiție;
3. incertitudinea asupra valorii unui bun financiar

asset that will be registered at a later date [2].

From the economic viewpoint, the risk can be defined as a state involving the probability of different variations compared to a company goal, and it is linked to the changes taking place at the level of revenues, costs or the production volume, as a result of the modifications on the market of raw materials or finite products, etc. [1] The risk could also evaluate the possibility of deriving an insufficient result or a loss.

From the financial perspective, the risk requires a relation between an individual (or a company) and an asset (or a revenue category) that can be lost or damaged. A risk has a financial nature when it includes the individual/company subjected to loss, the asset or the revenue category that affects a financial loss and the risk source.

In the insurance sector, the risk is defined as a product between the possible loss and its emergence probability. The result of this product is called risk exposure. The loss risk stands out for the possibility of having an event mentioned under insurance conditions, namely the probability of the random natural phenomena being manifest. [5]

For the environment sciences, the risk is the possibility of having negative effects upon the environment components, as a consequence of certain pests or natural phenomena with catastrophic impact. [1]

RESULTS

In comparison with the other branches of the national economy, the agricultural sector is more subjected to the influence of the risk-deriving factors.

The main risks in agriculture are as follows:

1. *The production risk* that emerges due to the incertitude regarding the manifestation of the natural factors which the development of cultures and animals (weather, diseases, quantity and quality of the production means) and the safety of the agricultural stock depend on.
2. *Price and market risk* – concerns the uncertainty about the price of products and the prices linked to the inputs, foreign exchange risk, and placement risk for the current funds.
3. *The financial risk* comes up when the farmers are making loans to support the production, from the possibility of changing the interests, the foreign exchange rate and the leasing rates.
4. *The institutional risk* derives from the actions of government or parliament by tax imposition, decisions regarding the environment protection, rules for animal breeding, decisions about production subvention or supporting the agriculture insurance, etc.
5. *The human risk* refers to the human factor involved in the agricultural activity, the staff health condition, their responsibilities, accidents, diseases, death rate, population migration, etc.

It is essential to handle the risks above very well, as it is done to the purpose of developing a healthy agriculture, able to secure food safety, a normal life standard for the people in the rural areas, environment protection, fresh food for the entire population and the increase of the agriculture contribution to GDP. [3]

The evaluation of the risk for the agricultural land and of the cultivated species to the extreme weather phenomena emergence is carried out by establishing the vulnerability level of the agricultural species to the agro climatic phenomena of thermal stress (hoarfrost, frost, heat, freeze), water (pedological drought/humidity excess,

care se va înregistra la o dată viitoare [2].

Din punct de vedere economic, riscul poate fi definit ca o stare pentru care există probabilitatea unei variații diferite în raport cu obiectivul urmărit de o firmă, fiind legat de modificările produse la nivelul veniturilor, costurilor sau volumului de producție, ca urmare a modificărilor pe piața materiilor prime sau a produselor finite etc. [1] Riscul poate evalua și posibilitatea obținerii unui rezultat insuficient sau a unor pierderi.

Din perspectivă financiară, riscul implică o relație între un individ (sau o firmă) și un activ (sau o categorie de venituri) ce poate fi pierdut sau poate fi deteriorat. Pentru ca un risc să fie de natură financiară, trebuie să cuprindă: individul/firma expus pierderii, activul sau categoria de venituri care cauzează o pierdere financiară și sursa de risc.

Având în vedere domeniul asigurărilor, riscul este definit ca fiind un produs între pierderea posibilă și probabilitatea de apariție a acesteia. Rezultatul acestui produs este numit expunere la risc. Riscul asigurat reprezintă posibilitatea întâmplării unui eveniment menționat în condițiile de asigurare, adică probabilitate de manifestare a fenomenelor naturale cu caracter aleatoriu. [5]

În domeniul științelor mediului, riscul reprezintă posibilitatea apariției de efecte negative asupra componentelor mediului, ca urmare a unor agenți dăunători sau a unor fenomene naturale cu efecte dezastruoase. [1]

REZULTATE

Sectorul agricol este supus într-o măsură mai mare, în comparație cu celelalte ramuri ale economiei naționale, influenței factorilor ce pot provoca apariția riscurilor.

Principalele riscuri ce pot avea loc în agricultură sunt:

1. *Riscul de producție* apare datorită incertitudinii privind manifestarea factorilor naturali de care depinde dezvoltarea culturilor și animalelor (vremea, bolile, cantitatea și calitatea mijloacelor folosite în producție) și siguranța inventarului agricol.
2. *Prețul și riscul de piață* - se referă la incertitudinea privind prețul produselor și a prețurilor plătite pentru inputuri, riscul valutar, riscul de plasare a capitalurilor existente.
3. *Riscul financiar* rezultă când fermieri trebuie să ia credite pentru susținerea producției, din posibilitatea modificării dobânzilor, a cursului valutar, a ratelor de leasing.
4. *Riscul instituțional* apare datorită acțiunilor guvernului sau parlamentului prin impunerea de taxe, prin decizii privind protecția mediului, reguli pentru creșterea animalelor, decizii privind subvenționarea producției sau susținerea asigurărilor pentru agricultură etc.
5. *Riscul uman* se referă la factorul uman implicat în activitatea agricolă, sănătatea personalului, răspunderile acestuia, accidente, boli, mortalitate, migrația populației etc.

Tratarea acestor riscuri este foarte importantă și se face în scopul dezvoltării unei agriculturi sănătoase, capabilă să asigure: securitatea alimentară, un nivel normal de viață populației din mediul rural, protecția mediului, alimentația sănătoasă a populației și creșterea aportului agriculturii la P.I.B. [3]

Evaluarea riscului suprafețelor agricole și a speciilor cultivate la producerea fenomenelor climatice extreme se realizează prin stabilirea gradului de vulnerabilitate a speciilor agricole față de fenomenele agroclimatice de stres termic (brume, înghețuri, arșiță, ger), hidric (secete pedologice sau excese de umiditate, ploi torențiale) și

downpour) and mechanical (storm, squall, hail) and delineating the features of intensity and duration, at a local, regional and national scale.

The ecological agriculture has developed as a normal and natural reaction to the negative impact that has had and still does upon the environment, food health and well-being in general and the life of the human communities in particular. This type of agriculture is considered to have no connections to any risk, which is partially true. For instance, should we take into account the economic risk, coming from the higher and not affordable productions costs for the largest part of the population; we will see the disappointment of the manufacturers.

Under these circumstances, the investments in agriculture are limited and they are done with caution by the agricultural manufacturers. Any investment is sensitive to the economic conditions in the country and abroad, since the price of the agricultural products plays an important role, as well as to the current worldwide political situation at a certain time. Similarly, a person aiming to obtain speculative gains will not be able to invest in agriculture, as cash deriving from the economic activity is troublesome. A very important risk factor in the agricultural investments is the natural phenomena (rain, hail, drought, pests and plants diseases, etc), which can advantage or disadvantage an agriculture worker. [4]

To assist this sector of the national economy, the state has provided the possibility to access certain special funds for agriculture in order to manage the risks in agriculture, to grant certain financial aids in case of diseases or pests on plants or animals or of harmful environment incidents for agriculture.

Accessing such funds by the agriculture workers involves the existence of a damage coming from a disease, pest or an environment incident previously defined by the competent state authorities.

In dependence on the weather conditions, either profit or substantial loss (during and after a prolonged drought) can be obtained. The man plays an important part in fighting such conditions by building the irrigation systems that can compensate for the dry times in an agricultural year, thus having a risk management relevant to the agriculture sector.

CONCLUSIONS

For a good risk management in agriculture, a number of measures can be taken, among which the following ones are mentioned:

- ✓ Substantiating a risk policy for the rural development in Romania, similar to other countries;
- ✓ Imposition of accreditation to the companies in agriculture insurance on criteria of tariff bonuses, specialists, territory coverage, etc.;
- ✓ Substantiating the bonus tariffs by the companies requiring accreditation and for catastrophic risks;
- ✓ Accessing certain European funds in order to open a reinsurance company for taking over a part of the catastrophic risks from the accredited companies and for guaranteeing a certain damage level towards these companies;
- ✓ Providing grants should be conditioned by the existence of an insurance contract with one of the accredited companies;
- ✓ Impulse of the agriculture crediting system by using the guarantee funds and insurance for these credits by the approved companies;

meccanic (furtună, vijelie, grindină) și delimitarea caracteristicilor de intensitate și durată la scară locală, regională și națională.

Agricultura ecologică a apărut ca o reacție normală, firească, la impactul negativ pe care l-a avut și îl are asupra mediului înconjurător, sănătății alimentare și a bunăstării vieții, în general, și vieții comunităților umane, în special. Se consideră că acest tip de agricultură nu ar fi însoțit de nici un risc, lucru parțial adevărat. De exemplu, dacă este luat în considerare riscul economic, determinat de costurile de producție mai mari și prețul destul de ridicat și neatractiv pentru marea majoritate a populației, apare descurajarea producătorilor.

În aceste circumstanțe, investițiile în agricultură sunt limitate și se fac cu precauție de producătorii agricoli. Orice investiție este sensibilă la condițiile economice din țară și străinătate, prețul produselor agricole având un rol semnificativ, precum și la cele politice existente în lume la un moment dat. De asemenea, o persoană care urmărește obținerea unor venituri speculative nu va putea investi în agricultură, unde realizarea de numerar din activitatea economică este anevoioasă. Un factor de risc foarte important în investițiile agricole îl reprezintă fenomenele naturale (ploile, grindina, seceta, dăunătorii și bolile plantelor etc.), care pot avantaja sau distruge un agricultor. [4]

Pentru ajutorarea acestui sector al economiei naționale, statul a creat posibilitatea accesării unor fonduri speciale pentru agricultură în vederea gestionării riscurilor în agricultură, de acordare a unor compensații financiare în cazul unor boli sau dăunători la plante și animale sau a unor incidente de mediu dezastruoase pentru agricultură.

Obținerea acestor fonduri de către agricultori presupune existența unui prejudiciu rezultat dintr-o boală, un dăunător sau incident de mediu definit anterior de către organele competente ale statului.

În funcție de condițiile climatice, în agricultură se poate obține atât profit, cât și pierderi substanțiale (în condiții de secetă prelungită). Omul joacă un rol important în combaterea acestor condiții prin realizarea sistemelor de irigații care pot compensa perioadele secetoase dintr-un an agricol, prin desfășurarea unui management al riscurilor corespunzător sectorului agricol.

CONCLUZII

Pentru a se realiza o buna gestionare a riscurilor în agricultură se pot întreprinde mai multe măsuri între care:

- ✓ Fundamentarea unei politici de risc pentru dezvoltarea rurală din România, așa cum există și în alte țări;
- ✓ Impunerea acreditării societăților care practică asigurări agricole pe criterii de fundamentare a primelor tarifar, specialiști, acoperire teritorială etc.;
- ✓ Fundamentarea tarifelor de prime de către societățile care cer acreditarea și pentru riscurile catastrofale;
- ✓ Accesarea unor fonduri europene în vederea creării unei societăți de reasigurare pentru preluarea unei părți din riscurile catastrofale de la societățile acreditate și garantarea unui anumit nivel a ratei daunelor către aceste societăți;
- ✓ Acordarea subvențiilor să fie condiționată de existența unui contract de asigurare cu una din societățile acreditate;
- ✓ Impulsionarea sistemului de creditare a agriculturii prin folosirea fondurilor de garantare și asigurarea acestor credite de societățile agreeate;

- ✓ Stimulation of the marketing system development in agriculture.

REFERENCES

- [1]. Ciocoiu N.C. (2006) – *Risk management in business and projects*, Editura ASE Publishing;
- [2]. Popescu C., Ciucur D., Morega D.I. (1997) – *Competing microeconomy*, Editura Economică Publishing;
- [3]. Vintilă G. (2006) – *Financial management of enterprise*, Editura Didactică și pedagogică Publishing;
- [4]. <http://www.dictionar-economic.contabilitateafirmei.ro>;
- [5]. http://www.banknews.ro/dictionar_financiar-bancar.

- ✓ Stimularea dezvoltării sistemului de marketing în agricultură.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Ciocoiu N.C. (2006) – *Managementul riscului în afaceri și proiecte*, Editura ASE;
- [2]. Popescu C., Ciucur D., Morega D.I. (1997) – *Microeconomia concurențială*, Editura Economică;
- [3]. Vintilă G. (2006) – *Gestiunea financiară a întreprinderii*, Editura Didactică și pedagogică;
- [4]. <http://www.dictionar-economic.contabilitateafirmei.ro>;
- [5]. http://www.banknews.ro/dictionar_financiar-bancar.

SUSTAINABLE ENERGY IN RURAL AREAS /

ENERGETICA DURABILĂ ÎN MEDIUL RURAL

Ph.D. Eng. Nicolescu M. Adrian

National Institute of Research - Development for Machines and Installations for Agriculture and Food Industry - INMA Bucharest,
Tel: 0726 755 212; E-mail: m_a_nicolescu@yahoo.com

Abstract: Today social dynamics presents some interesting aspects related to rural areas. Thus, following the development of modern means of communication, some city dwellers and some economic activities choose to migrate to the rural hinterlands. Also, rural areas with tourism potential develops by establishing business offering such services. Finally, the normal development of rural areas means, in addition to modernizing agricultural practices, the emergence of industrial units, usually small or medium, processing obtained products or exploiting local traditions. All this aspects, accompanied by an obvious increase of population comfort demands, mean an increase of energy consumption required by the countryside. Ways of satisfying some increased energy consumption may be national transport and distribution networks developing or promotion of local renewable sources integrated exploitation, this latest version benefiting from the sustainability virtues. This paper aims to provide an overview of the opportunities and issues related to the practice of integrated exploitation of local renewable energy sources in rural areas and to outline, but argued, tactical actions that have to , according to the author, precede the actual crossing decision in such operations.

Keywords: Renewable energy sources, integrated exploitation, rural areas.

INTRODUCTION

In the whole world the energy consumption is an important component of the civilized living and even an indicator of the general level of society development. All the attempts of rational optimization of energy consumption (buildings insulation and heat recovery from the waste water and the ventilation air, promotion of industrial transportation on water and on railroad, promoting the public transportation for the population, encouraging of individual transport by bike etc.) do not have succeeded to disengage the economic and social development from the increased demand and the actual consumption of energy. Unfortunately, the continued growth of energy production is accompanied by deterioration of the environment and sustains an argument that can be called "energy versus environment". In these circumstances, at the society level there is a growing concern for promoting the production of energy from renewable and "clean" sources. Beyond environmental caring for, this concern is supported by the forecasts regarding the prospects of exhaustion of the fossil fuel reserves and "generosity" of the environment which we want "to be friend" with. Thus, with the exception of geographic areas with subarctic and arctic climate - otherwise sparsely populated and recognized as offering "harsh conditions" of life - over the whole surface of the Earth, therefore in Romania too, are available local renewable energy sources, with natural status. Such sources are the solar radiation, the heat accumulated in the atmosphere, the heat stored in water accumulations and in the waters of large rivers, the geothermal heat accumulated in the groundwater tables. Also, areas suitable for the abundant development of vegetation, which are densely

Rezumat: Dinamica socială din zilele noastre prezintă unele aspecte interesante referitoare la spațiul rural. Astfel, ca urmare a dezvoltării mijloacelor moderne de comunicare, unii locuitori ai orașelor și unele activități economice din acestea aleg să migreze în zonele rurale limitrofe. De asemenea, zonele rurale cu potențial în domeniul turismului se dezvoltă prin înființarea unor afaceri care oferă astfel de servicii. În fine, dezvoltarea normală a mediului rural înseamnă, pe lângă modernizarea practicilor agricole, apariția unor unități industriale, de regulă de dimensiuni mici sau medii, care prelucurează produsele obținute sau valorifică tradiții locale. Toate aceste aspecte, însoțite de o firească sporire a pretențiilor de confort ale populației, înseamnă o creștere a consumurilor de energie reclamate de mediul rural. Căile de satisfacere a unor consumuri sporite de energie pot fi dezvoltarea rețelelor naționale de transport și distribuție a energiei sau promovarea exploataării integrate a surselor regenerabile locale, această ultimă variantă beneficiind și de virtuțile sustenabilității. Prezenta lucrare dorește să ofere o imagine de ansamblu a oportunităților și problemelor legate de practica exploataării integrate a surselor regenerabile locale de energie din mediul rural și să prezinte succint, dar argumentat, acțiunile tactice care trebuie, în viziunea autorului, să preceadă decizia de trecere concretă la o astfel de exploatare.

Cuvinte cheie: Surse regenerabile de energie, exploatare integrată, mediu rural.

INTRODUCERE

În întreaga lume, consumul de energie este o componentă importantă a traiului civilizat și chiar un indicator al nivelului general de dezvoltare a societății. Toate încercările de optimizare rațională a consumurilor de energie (izolarea construcțiilor și recuperarea căldurii din apa uzată și aerul de ventilație, promovarea transportului industrial pe apă și pe calea ferată, promovarea transportului în comun pentru populație, încurajarea transportului individual cu ajutorul bicicletei etc.) nu au reușit să decupleze dezvoltarea economică și socială de creșterea cererii și consumului efectiv de energie. Din păcate, creșterea continuă a producției de energie este însoțită de deteriorări ale mediului ambiant și susține o dispută care poate fi numită "energie contra mediu". În aceste condiții, la nivelul societății există o preocupare tot mai mare pentru promovarea producerii de energie din surse regenerabile și „curate”. Dincolo de grija față de mediu, această preocupare este sprijinită de prognozele privind perspectivele de epuizare a rezervelor de combustibili fosili și de „generozitatea” mediului căruia dorim „să îi fim prieteni”. Astfel, cu excepția zonelor geografice cu climat subarctic și arctic – altminteri, puțin populate și recunoscute ca oferind „condiții aspre” de viață – pe toată suprafața Pământului, deci și în România, sunt disponibile surse regenerabile locale de energie, cu statut natural. Astfel de surse sunt radiația solară, căldura acumulată în aerul atmosferic, căldura stocată în acumulări de apă și în apele din râuri mari, căldura geotermală acumulată în pânzele de apă freatică. De asemenea, zonele propice dezvoltării abundente a vegetației, care sunt intens populate, oferă

populated, provide the most widespread local renewable energy resource - the biomass - which can be accessed actively (practising energy crops) or opportunisticly (valorisation of wastes from agriculture, animal husbandry, industries of wood and food processing, wastewater etc.).

Providing the most important part of the energy required by a certain location activities through the "extraction of" it from the surrounding environment, where this energy exists under latent forms more or less accessible, is an overarching objective of economic, ecological and even strategic importance. Thus, in economic terms, exploiting the local renewable energy sources is cost effective because, beyond the initial investment in equipment and facilities, it presents low operating costs and avoids the transportation costs and even some administrative charges imposed in the centralized systems for energy distribution. Under ecological aspect, the renewable energy sources present "sustainability" and constitute an alternative of fossil fuels using, generally pollutant. Finally, under strategical aspect, the conduct of exploitation of the local renewable energy sources offers to the applicants a status of energy independence with proportions directly related to the intensity of exploitation.

Strategic approach to exploit local renewable energy sources conduct must comprise three directions. The first of these concerns the levels and the structure of energetic consumptions which, when integrated, can describe the specific market of energy. The second direction must comprise the general renewable energy sources available in the nearby environment, defining the energy offer intended to the targeted market and the technologies and equipment available to "the extraction" of energy from the local renewable sources and its delivery to consumers, in the specific desired forms. Finally, the third direction regards to reasoned establishing of the tactics steps need to model this behavior under the banners of energy efficiency, security of supply and care for the environment.

ENERGY COMSUMPTION LEVELS AND STRUCTURE

At the current development level of Romania, especially in rural areas, the largest share in energy consumption has small or medium sized customers, whose energy demands are moderated: houses or small dwellings groups, cottages, hotels, agricultural and zootechnical farms practising, eventually, conditioning activities or primary processing too for a part of production, processing workshops of some products (wood, leather etc.) under handicraft regime. The energy demands of these consumers have a structure that include the electricity, mechanical energy generated by internal combustion engines on account of motor fuels and the thermal energy at low temperature (lower than 100°C) intended for heating of spaces in cold weather, preparation of domestic hot water and supplying of some technological processes organized on a small scale. Basically, in a descending order of difficulty of renewable sources obtaining it is about liquid fuels for internal combustion engines, electricity and heat.

Internal combustion engines liquid fuels consumed in the residential field actually means, in fact, a fuel consumption for vehicles feeding. Also, in the sector of some economic activities, besides some fuel consumptions for transportation operations, can be specified fuel consumptions for the actuation of some agricultural (tractors, selfpropelled combines etc.) or industrial (fulling mills, sawmills etc.) equipment. The problem of obtaining biofuels for the substitution of

cea mai răspândită resursă regenerabilă locală de energie – biomasa – care poate fi accesată în mod activ (practicarea culturilor energetice) sau oportunist (valorificarea deșeurilor din agricultură, zootehnie, industrii prelucrătoare de lemn și alimente, ape uzate etc.).

Asigurarea unei părți cât mai însemnate din energia necesară activităților dintr-o locație prin „extragerea” ei din mediul înconjurător apropiat, în care această energie există sub forme latente mai mult sau mai puțin accesibile, reprezintă un obiectiv generic cu importanță economică, ecologică și chiar strategică. Astfel, sub aspect economic, exploatarea surselor regenerabile locale de energie este rentabilă pentru că, dincolo de investițiile inițiale în echipamente și amenajări, prezintă costuri reduse de operare și evită cheltuielile de transport și chiar unele taxe administrative impuse în sistemele centralizate de distribuție a energiei. Sub aspect ecologic, sursele regenerabile de energie prezintă „durabilitate” și constituie o alternativă la utilizarea, în general poluantă, a combustibililor fosili. În fine, sub aspect strategic, conduita exploatarei surselor regenerabile locale de energie oferă aplicanților un statut de independență energetică cu proporții legate direct de intensitatea exploatarei.

Abordarea strategică a conduitei de exploatare a surselor regenerabile locale de energie trebuie să cuprindă trei direcții. Prima dintre acestea privește nivelurile și structura consumurilor energetice care, integrate, pot descrie piața specifică de energie. A doua direcție trebuie să cuprindă sursele regenerabile de energie disponibile în mediul înconjurător apropiat, care definesc oferta de energie destinată pieței vizate și tehnologiile și echipamentele disponibile pentru „extragerea” energiei și livrarea acestora către consumatori, în formele specifice dorite. În fine, cea de-a treia direcție privește stabilirea argumentată a pașilor tactici care trebuie să modeleze această conduită sub stindardele eficienței energetice, securității în alimentare și grijii față de mediu.

NIVELURILE ȘI STRUCTURA CONSUMURILOR DE ENERGIE

La nivelul actual de dezvoltare a României, mai cu seamă în mediul rural, ponderea cea mai mare în consumurile de energie o au consumatorii de dimensiuni mici sau medii, ale căror pretenții energetice sunt moderate: locuințe sau grupuri mici de locuințe, cabane, hoteluri, ferme agricole și zootehnice care practică, eventual, și activități de condiționare sau prelucrare primară a unei părți din producție, ateliere de prelucrare a unor produse (lemn, piei etc.) în regim meșteșugăresc. Cererile de energie ale acestei categorii de consumatori au o structură ce cuprinde energia electrică, energia mecanică generată de motoare cu ardere internă pe seama carburanților și energia termică la temperatură joasă (sub 100°C) destinată încălzirii spațiilor pe vreme rece, preparării apei calde menajere și alimentării unor procese tehnologice organizate la scară redusă. Practic, într-o ordine descrescătoare a dificultății de obținere din surse regenerabile, este vorba despre combustibili lichizi pentru motoare cu ardere internă, energie electrică și căldură.

Combustibilii lichizi pentru motoare cu ardere internă consumați în domeniul rezidențial înseamnă, de fapt, un consum de combustibili pentru alimentarea autovehiculelor. De asemenea, în sectorul unor activități economice, în afara unor consumuri de combustibili pentru operații de transport, pot fi menționate consumuri de combustibili pentru acționarea unor echipamente din agricultură (tractoare, combine autopropulsate etc.) sau industriale (pive, gatere etc.). Problema obținerii de biocarburanți pentru substituirea

internal combustion engine fuels is marked by some difficulties which must be mentioned. Thus, at present moment, the main biofuels for combustion engines are the vegetable oils and the biodiesel - as substitutes for diesel oils - and the bioethanol - as substitute for gasoline. They are got at the expense of processing certain categories of biomass. Unfortunately, beyond the obtaining effort, that can be used to power engines manufactured for operation with fuel oil, these biofuels must be processed in order to obtain similar properties of replaced "classics" fuels. Such treatments are not, at least yet, profitable in small organizations that respond to local needs. The best evidence that biofuels obtaining for internal combustion engines supplying is an activity that has not reached the economic maturity is the fact that the current presence, at the level of a few percentage points, of biofuels in petroleum fuels delivered in distribution networks in Europe is imposed administratively and does not has economical reasons as justification. Moreover, it should be noted that, except some experimental and still "immature" technologies (vegetable oil production from algae cultures, bio-alcohols production from lignocellulosic materials), the biomass for the production of biofuels shall be obtained from organized cultures (oleaginous plants - for oils, cereals, pulses or fruits - for alcohols), and this aspect enrolls the mentioned biofuels in the increasing disputed competition „biofuels versus food”.

Electricity is consumed, in the residential sector, to ensure "comfort and civilization" conditions (lighting, functioning of household appliances etc.). In this sector in Romania of 2006 the electricity consumption was estimated at 500 kWh / capita and estimated an increasing trend of it [1]. Four years later, in 2010 this indicator reached the value of 560 kWh / capita [2]. In these circumstances, considering the same rate of consumption growth, we can take into account a current average annual electricity consumption of 620 kWh / capita. The electricity consumption in the small-scale economic activities is more difficult to estimate, because here should be taken into account also the electrical actuation needs of some equipment. Also, for this consumption it is difficult to find a reporting factor, of the type of average inhabitant, leading to an index of comparison.

The low temperature thermal energy is, in the residential sector, a steady necessity for domestic hot water preparation. Also, in the case of Romania, benefiting from a temperate continental climate, the low temperature thermal energy is necessary with annual periodicity, in the cold season, in order to ensure the heating of living spaces. The heating necessary can be calculated with certain accuracy, the methods of calculation being standardized [3]. For a general overview, in Romania, of the low temperature heat demand in the residential sector is satisfactory to consider the average values used by builders [4] for sizing of heating and hot water (a power of 0.05 kW heating 1 m³ of site, 50 liters of water heated from 10°C to 45°C for one person per day) and statistics on Romania [5] and its multiannual climatological regime [6]. According to the latter, Romania has about 20 million inhabitants and has 330 million square meters of living area (16.5 m² / inhabitant) and a cold season average of 165 days / year. Using the data set and considering an average height of 2.8 m for living quarters, simple calculations show that, for a person, the yearly low temperature heat amounts to 9150 kWh

combustibililor pentru motoare cu ardere internă este marcată de unele dificultăți care trebuie menționate. Astfel, la momentul actual, principalii biocarburanți disponibili pentru alimentarea motoarelor sunt uleiurile vegetale și biodieselul - ca substituenți pentru motorine - și bioetanolul - ca substituent pentru benzine. Obținerea acestora se face pe seama prelucrării unor categorii de biomasă. Din păcate, dincolo de efortul de obținere, pentru a putea fi folosiți la alimentarea motoarelor fabricate pentru funcționarea cu combustibili petrolieri, acești biocarburanți trebuie prelucrați în vederea obținerii unor proprietăți asemănătoare cu ale combustibililor „clasici” înlocuiți. Astfel de prelucrări nu sunt, cel puțin deocamdată, rentabile în organizări de mici dimensiuni care să corespundă unor nevoi locale. Cea mai bună dovadă că obținerea biocarburanților pentru alimentarea motoarelor cu ardere internă este o activitate care nu a ajuns la maturitate economică este faptul că actuala prezență, la nivel de câteva procente, a biocarburanților în combustibilii petrolieri livrați în rețelele de distribuție din Europa este impusă administrativ și nu are ca justificare motive economice. Mai mult, trebuie menționat și faptul că, în afara unor tehnologii experimentale și încă „imature” (producerea de uleiuri vegetale din culturi de alge, producerea de bioalcooli din materiale lignocelulozice), biomasa pentru producerea de biocarburanți trebuie obținută din culturi organizate (plante oleaginoase - pentru uleiuri, cereale, leguminoase sau fructe - pentru alcoolii), iar acest aspect înscrie biocarburanții menționați în tot mai disputata competiție „biocombustibili contra hrană”.

Energia electrică este consumată, în sectorul rezidențial, pentru asigurarea unor condiții de „confort și civilizație” (iluminat, funcționarea aparatelor electrocasnice etc.). În acest sector, în România anului 2006 consumul de energie electrică era evaluat la 500 kWh / locuitor și se estima o evoluție crescătoare a acestuia [1]. Patru ani mai târziu, în anul 2010, nivelul acestui indicator atinsese valoarea de 560 kWh / locuitor [2]. În aceste condiții, considerând același ritm de creștere a consumului, putem lua în calcul un consum actual mediu anual de energie electrică de 620 kWh / locuitor. Consumul de energie electrică în zona activităților economice de mică anvergură este mai greu de estimat, deoarece aici ar trebui luate în calcul și necesitățile de antrenare electrică a unor echipamente. De asemenea, pentru acest consum este dificil de găsit un factor de raportare, de tipul locuitorului mediu, care să conducă la obținerea unui indicator de comparație.

Energia termică la temperatură joasă este, în sectorul rezidențial, o necesitate permanentă pentru prepararea apei calde menajere. De asemenea, în cazul României, care beneficiază de o climă temperat-continentală, energia termică la temperatură joasă este necesară cu o periodicitate anuală, în sezonul rece, pentru asigurarea încălzirii spațiilor de locuit. Necesarul de căldură pentru încălzire poate fi calculat cu oarecare precizie, metodele de calcul fiind standardizate [3]. Pentru o evaluare generală, la nivelul României, a necesarului de căldură la temperatură joasă în sectorul rezidențial este satisfăcător să ținem seama de valorile medii folosite de constructori pentru dimensionarea sistemelor de încălzire și preparare a apei calde [4] (o putere de 0,05 kW pentru încălzirea a 1 m³ de incintă, 50 l de apă încălzită de la 10°C la 45°C pentru o persoană pe zi) și de date statistice privind România [5] și regimul ei climatologic multianual [6]. Potrivit acestora din urmă, România are circa 20 milioane de locuitori și dispune de 330 milioane m² de suprafață locuibilă (16,5 m² / locuitor) și un sezon rece mediu de 165 zile / an. Folosind datele prezentate și considerând o înălțime medie de 2,8 m pentru spațiile locuibile, calcule simple ne arată că, pentru o persoană, necesarul anual de căldură la temperatură joasă

for heating and to 750 kWh for domestic hot water preparation. Therefore, in Romania, the yearly necessary of low temperature heat, in the residential sector, amounts to 9900 kWh / capita. The assessment of specific low temperature heat demand in the field of small-scale economic activities is more difficult, because the consumption depends fundamentally of a number of factors with flexible manifestations such as the number of workers, the size of spaces actually used for their activities, the production structure and volume, technological approaches, etc. The problem of low temperature heat consumption for habitat conditioning comes up in this field, too. Meanwhile, some manufacturing processes require technological washes claiming relatively large consumption of hot water (for example, in the primary processing of leather). Finally, numerous processes require large amounts of low temperature heat. We can quote here, as examples, conditioning processes of vegetable products by drying (removal of acquired humidity) or dehydration (removal of partially or totally of the natural water content), the pasteurization processes in the food industry, the raw material drying in the timber industry etc.

An integrative look on those described shows that the energy market which can be satisfied – partly or entirely – through the exploitation of local renewable energy sources, without the ongoing mediation of some industrial type activities, is one diffuse, which has two main components. The first of these concerns the electricity necessary evaluated, for the housing sector to 620 kWh / inhabitant x year. Must be observed that, except for isolated locations, this market may be covered, with the necessary costs, of the national electricity production and distribution system. The second component is the low temperature heat market where has been estimated, for the residential sector, a need of 9900 kWh / inhabitant x year. Regarding to the quantitative structure of this market, it is worth noting that estimates, only for the residential sector, indicate a ratio of about 1:16 between electricity and low temperature heat demands.

RENEWABLE ENERGY SOURCES AND OPERATING TECHNOLOGIES

The generic renewable energy sources available in the near environment, that define the energy supply for the market just examined, are solar radiation, wind, flowing water, geothermal heat, heat accumulated in the environment and biomass.

The Sun sends toward the Earth a huge amounts of energy in the form of solar radiation. This energy reaches the Earth's surface in the "Day" section of the diurnal cycle with intensities related to geographical position, season and weather condition in the impact area (the permeability of atmosphere to solar radiation). On the same parameters also depends the spectral structure of solar radiation and, in terms of energy, we are interested only in the visible spectrum sharing (photovoltaic valorisable, by converting to electricity) and thermal spectrum (valorisable in form of heat captured). For the heat capture and transfer from the solar radiation are commercially available various solutions consisting of boards and systems with high yields. In addition, for photovoltaic conversion of solar radiation, are commercially available panels that lead to specific power efficiency of 0.20 ... 0.25 kW / m² and the operating life of 20 ... 25 years, along with the equipment to store captured energy and delivered them to the "classic" grid parameters.

se ridică la 9150 kWh pentru încălzire și la 750 kWh pentru prepararea apei calde. Prin urmare, în România, necesarul anual de căldură la temperatură joasă, în sectorul rezidențial, se ridică la valoarea de 9900 kWh / locuitor. Evaluarea necesarului specific de energie termică la temperatură joasă în domeniul unor activități economice de mică anvergură este mai dificilă, deoarece consumurile implicate depind fundamental de o seamă de factori cu manifestări flexibile cum ar fi numărul de lucrători, mărimea spațiilor efectiv folosite pentru activitatea acestora, structura și volumul producției, abordările tehnologice etc. Problema consumului de căldură la temperatură joasă pentru condiționarea habitatului și pentru prepararea apei calde menajere se pune și în acest domeniu. În același timp, unele procese de prelucrare necesită spălări tehnologice care reclamă consumuri relativ însemnate de apă caldă (de exemplu, în domeniul prelucrării primare a pieilor). În fine, numeroase procese tehnologice reclamă cantități importante de căldură la temperatură joasă. Putem cita aici ca exemple procesele de condiționare a produselor vegetale prin uscare (înlăturarea umidității dobândite) sau deshidratare (înlăturarea parțială sau totală a conținutului natural de apă), procesele de pasteurizare din industria alimentară, uscarea materiei prime în industria lemnului etc.

O privire integratoare asupra celor descrise ne arată că piața de energie care poate fi satisfăcută – parțial sau total – prin exploatarea surselor regenerabile locale de energie, fără medierea continuă a unor activități de tip industrial, este una difuză, care are două componente principale. Prima dintre acestea privește necesarul de energie electrică evaluat, pentru sectorul rezidențial, la 620 kWh / locuitor x an. Trebuie făcută observația că, exceptând cazurile unor locații izolate, această piață poate fi acoperită, cu costurile de rigoare, de sistemul național de producere și distribuire a energiei electrice. A doua componentă a pieței este cea a cădurii la temperatură joasă, în care a fost estimat, pentru sectorul rezidențial, un necesar de 9900 kWh / locuitor x an. Privitor la structura cantitativă a acestei piețe, este de remarcat faptul că estimările făcute, numai pentru sectorul rezidențial, indică un raport de circa 1:16 între cererea de energie electrică și cea de căldură la temperatură joasă.

SURSE REGENERABILE DE ENERGIE ȘI TEHNOLOGII DE EXPLOATARE

Sursele regenerabile generice de energie disponibile în mediul înconjurător apropiat, care definesc oferta de energie destinată pieței tocmai examinate, sunt radiația solară, vântul, curgerea apelor, căldura geotermală, căldura acumulată în mediul înconjurător și biomasa.

Soarele trimite spre Pământ cantități imense de energie sub forma radiației solare. Această energie ajunge la suprafața Pământului în secțiunea de „ziua” a ciclului diurn cu intensități ce țin de poziția geografică, anotimp și starea meteorologică în zona de impact (permeabilitatea atmosferei la radiația solară). De aceeași parametri depinde și structura spectrală a radiației solare și, sub aspect energetic, suntem interesați numai de împărțirea în spectru vizibil (valorificabil fotovoltaiic, prin conversia în energie electrică) și spectru termic (valorificabil sub formă de căldură captată). Pentru captarea și transferul căldurii din radiația solară sunt disponibile comercial soluții variate de panouri și instalații cu bune randamente. De asemenea, pentru conversia fotovoltaiică a radiației solare, sunt disponibile comercial panouri cu randamente care conduc la puteri specifice de 0,20...0,25 kW / m² și durate de funcționare de 20...25 de ani, împreună cu instalații pentru stocarea energiei captate și livrarea ei la parametrii rețelei electrice „clasice”.

The wind is a source of energy because the kinetic energy of moving air masses. Exploitable wind potential is a "given the place" and depends on some geographical features of the area where is considered the place, but does not excels as stability. For the wind energy exploitation, technologies consist in "placement in the wind" of some turbines which convert energy into mechanical energy delivered at the level of a rotating shaft. Such turbines are commercially available, in performant variants, even for powers in the range of 2 ... 10 kW, according to local operations. Of course, the above-mentioned "placement in the wind" of a such turbine is required a construction which must be taken into account.

The water flowing is accompanied by the kinetic energy of moving water masses. In a certain section of the bed flow, the energy potential of flowing water is flow rate dependent. In turn, the flow rate presents slow and small variations in amplitude dependent on the season and have quick and high amplitude variation depending on meteorological phenomena in the region which forms the so-called basin of the respective running water. Energy available in flowing water can be captured locally – in a simple facility that provides a constant and quiet flow – by placing in the water flow of some hydraulic turbines. Although existing market for such low power equipment is more limited. Presumably, this is because the necessary arrangements to ensure a constant flow of water, even if it is simple, it is expensive and, in addition, the construction of such facilities is restricted for environmental reasons.

The reactions that occur in the earth's core is a source of heat which is transmitted by conduction to the surface. In the area described, renewable energy sources, we designate heat from the depths of the planet as "**geothermal heat**". One exploitable effect of geothermal heat, present on virtually all dry stretches of the Earth, is the thermostated status of groundwater. This can be used to heat obtaining by extraction and pumping.

The environment contains large amounts of heat – as the temperature is relatively lowered. The heat originates, in the majority, of the Sun and constitutes some reservoirs of interest in terms of energy. For example, any accumulations of water are heat reservoirs that, at the scale needs the surrounding residents, have enormous capabilities. Such accumulation can be exploited in order to obtain heat by extraction and pumping. A similar effort, allows the heat extraction and pumping from shallow Earth's crust in warm or temperate zones, from the rivers or from the atmosphere.

All the technologies involving the heat extraction from an environment and its delivery, to the desired parameters, to a user are based on the use of heat pumps. In this area, recent decades have witnessed dramatic increases in performance due to advances in refrigeration and better handling of heat transfer processes. Accordingly, nowadays many variants and types of heat pumps are commercially available, capable to extract heat from the media of -20°C ... -25°C temperature and to deliver pertinent low temperature heat raised above.

Biomass mean "the biodegradable fraction of products, waste and residues from agriculture, including vegetable and animal substances, forestry and related industries, as well as the biodegradable fraction of industrial and municipal waste" [8]. Biomass includes absolutely all organic matter produced by the metabolic

Vântul constituie o sursă de energie datorită energiei cinetice a maselor de aer aflate în mișcare. Potențialul eolian exploatabil este un „dat al locului” și depinde de unele caracteristici geografice ale zonei în care se află locul considerat, dar nu excelează în stabilitate. Pentru exploatarea energiei eoliene tehnologia constă în „plasarea în vânt” a unor turbine care transformă energia acestuia în energie mecanică livrată la nivelul unui arbore în rotație. Astfel de turbine sunt disponibile comercial, în variante performante, chiar și pentru puteri în gama 2...10 kW, potrivite unor exploatări locale. Firește, pentru amintita „plasarea în vânt” a unei astfel de turbine este necesară o construcție care trebuie avută în vedere.

Curgerea apelor este însoțită de energia cinetică a maselor de apă aflate în mișcare. Într-o anumită secțiune a albiei de curgere, potențialul energetic al unei ape curgătoare este dependent de debit. La rândul său, debitul prezintă variații lente și de mică amplitudine dependente de anotimp și poate avea variații rapide și de amplitudine mare dependente de fenomenele meteorologice din zona care formează așa-zisul bazin al apei curgătoare respective. Energia disponibilă într-o curgere de apă poate fi captată pe plan local – în cadrul unei amenajări simple, care asigură un debit constant și o curgere liniștită – prin plasarea în curentul de apă a unor turbine hidraulice. Deși existentă, piața unor astfel de echipamente, pentru puteri mici, este mai restrânsă. Este de presupus că acest lucru este datorat faptului că amenajarea necesară asigurării unui flux constant de apă, chiar dacă este simplă, este costisitoare și, în plus, construcția unor astfel de amenajări este restricționată din motive ce țin de protecția mediului.

Reacțiile ce se produc în miezul Pământului sunt surse de căldură care este transmisă, prin conducție, spre suprafața acestuia. În domeniul descris, al surselor de energie regenerabilă, desemnăm energia termică provenită din adâncurile planetei drept „**căldură geotermală**”. Un efect exploatabil al căldurii geotermale, prezent practic pe aproape toate întinderile de uscat ale Pământului, este caracterul termostatat al apelor freatice. Acest aspect poate fi folosit pentru obținerea de căldură prin extragere și pompare.

Mediul ambiant conține cantități imense de căldură – este drept că la temperaturi relativ coborâte. Această căldură provine, majoritar, de la Soare și constituie unele rezervoare care prezintă interes din punct de vedere energetic. De pildă, orice acumulări mari de apă constituie și rezervoare de căldură care, la scara necesităților locuitorilor din zona limitrofă, au capacități enorme. Astfel de acumulări pot fi exploatare pentru obținerea de căldură prin extragere și pompare. Un efort similar, de extragere și pompare, permite obținerea de căldură din scoarța superficială a Pământului din zonele temperate sau calde, din apele curgătoare sau din aerul atmosferic.

Toate tehnologiile care presupun extragerea căldurii dintr-un mediu și livrarea ei, la parametri doriți, către un utilizator se bazează pe folosirea pompelor de căldură. În acest domeniu, ultimele decenii au fost martorele unor creșteri spectaculoase de performanțe datorate progreselor din domeniul agenților frigorifici și unei mai bune stăpâniri a proceselor de transfer de căldură. În aceste condiții, în zilele noastre sunt disponibile comercial numeroase variante și tipuri de pompe de căldură capabile să extragă căldura din medii cu temperaturi de -20 ... -25°C și să o livreze la temperaturi corespunzătoare categoriei de căldură la temperatură joasă invocată mai sus.

Prin **biomasă** înțelegem „partea biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor din agricultură, inclusiv substanțele vegetale și animale, silvicultură și industriile conexe, precum și partea biodegradabilă a deșeurilor industriale și urbane” [8]. Biomasa include absolut toată materia organică produsă prin procesele

processes of living organisms and is the most abundant renewable energy resource on the planet. Incorporated into biomass energy is released by a variety of methods, which however, in the latter, is the chemical process of combustion (exothermic oxidation chemical transformation in the presence of molecular oxygen).

The forms of biomass energy capitalization are diverse: the direct burning with thermal energy generation, pyrolysis combustion with synthesis gas generation ($\text{CO} + \text{H}_2$), the fermentation and the generation of biogas (CH_4) or bioethanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), the extraction, chemical transformation or enzymatic degradation with biofuels generation.

An important aspect of biomass energy resource is that many of its generic components are wastes raising management problems. This category includes the sewage sludge, animal dejections, a huge variety of agricultural and industrial wastes.

For biomass energy recovery many technologies are available including appropriate equipment for their application to small-scale, locally. Thus, for the direct burning of biomass there are technologies and equipment for the wood waste conditioning (usually, chopping) and for the preparation of pellets and briquettes from sawdust and agricultural residues. Also, the technology for the burning of such materials is known and can be applied, with appropriate adaptation sets, even in the existing fireboxes constructed for other solid fuels. In turn, the technologies of preparation, conditioning and recovery of biogas are well mastered and available, even if you still can not speak of a market for small biogas plants. The similar thing happens in case of synthesis gas generators and installations for the liquid fuels extraction.

Looking at things as a whole, we can say that we have all the needed technologies to exploit local renewable energy sources, and most of the equipment required for this conduct is commercially available.

TACTICAL APPROACH OF LOCAL RENEWABLE ENERGY EXPLOITATION SOURCES

To promote, in a given location, fully integrated, the local renewable energy sources exploitation, some specific actions are necessary, in order to define promotion tactics. These actions, along with the reasons and the results thereof are shown in the following.

1°. Inventory of affordable renewable energy sources and the legal framework of approaching. The reason for the initial deployment of this action is that renewable energy sources that can be capitalized have various potentials. Beyond simply identifying these sources, evaluating their potential must be the basis for any decision approach. Also, some sources addressing (water from rivers and lakes, water tables) are subject to rigorous supervision for environmental protection. Thus, in some protected areas, legislation may prohibit some sources approach and some operating practices of some resources - waste can be legally supported.

The results of this action is in the list of affordable renewable energy sources and their potential, accompanied by limitations or legal support for the operation.

2°. Inventory and quantitative assessment of energy consumptions possible to satisfy, partially or totally, in terms of economic profitability with energy obtained from local renewable sources. This action is required

metabolice ale organismelor vii și este resursa regenerabilă de energie cea mai abundentă de pe planetă. Energia înglobată în biomasă se eliberează prin metode variate, care însă, în cele din urmă, reprezintă procesul chimic de ardere (transformare chimică exotermă de oxidare în prezența oxigenului molecular).

Formele de valorificare energetică a biomasei sunt diverse: arderea directă cu generare de energie termică, arderea prin piroliză, cu generare de gaz de sinteză ($\text{CO} + \text{H}_2$), fermentarea, cu generare de biogaz (CH_4) sau bioetanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), extragerea, transformarea chimică sau degradarea enzimatică cu generare de biocarburanți.

Un aspect important al resursei energetice constituite de biomasă este acela că multe din componentele generice ale acestora sunt deșeuri care ridică probleme de gestionare. În această categorie intră nămolurile de canalizare, dejecțiile animale, o varietate imensă de reziduuri agricole și industriale.

Pentru valorificarea energetică a biomasei sunt disponibile numeroase tehnologii și echipamentele corespunzătoare pentru aplicarea acestora la scară redusă, pe plan local. Astfel, pentru arderea directă a biomasei există tehnologii și echipamente pentru condiționarea deșeurilor lemnoase (de regulă, tocare) și pentru prepararea de pelete și brichete din rumeguș de lemn și resturi vegetale agricole. De asemenea, tehnologiile pentru arderea unor astfel de materiale sunt cunoscute și pot fi aplicate, cu seturi de adaptări corespunzătoare, chiar și în focare existente, construite pentru alte tipuri de combustibili solizi. La rândul lor, tehnologiile de preparare, condiționare și valorificare a biogazului sunt bine stăpânite și disponibile, chiar dacă încă nu se poate vorbi de o piață pentru instalațiile mici de producere a biogazului. Tot astfel stau lucrurile și cu generatoarele de gaz de sinteză și cu instalațiile pentru extragerea unor combustibili lichizi.

Privind lucrurile în ansamblu, putem afirma că dispunem de toate tehnologiile necesare pentru exploatarea locală a surselor regenerabile de energie, iar majoritatea echipamentelor necesare pentru această conduită sunt disponibile comercial.

ABORDAREA TACTICĂ A EXPLOATĂRII SURSELOR REGENERABILE LOCALE DE ENERGIE

Pentru promovarea, într-o locație dată, a conduitei de exploatare, în regim integrat, a surselor regenerabile locale de energie este necesară desfășurarea, într-o ordine care definește tactica promovării, a unor acțiuni specifice. Aceste acțiuni, împreună cu motivațiile și rezultatele lor, sunt prezentate în cele ce urmează.

1°. Inventarierea surselor regenerabile de energie abordabile și a cadrului legal de abordare. Motivul desfășurării inițiale a acestei acțiuni este faptul că sursele regenerabile de energie care pot fi valorificate se manifestă cu potențiale diverse. Dincolo de simpla identificare a acestor surse, evaluarea potențialelor lor trebuie să stea la baza oricărei hotărâri de abordare. De asemenea, abordarea unor surse (apele din râuri și lacuri, pânzele de apă freatică) sunt supuse unei supravegheri riguroase sub aspectul protejării mediului. Astfel, în unele zone protejate, legislația poate interzice abordarea unor surse iar unele practici de exploatare ale unor resurse – deșeu pot fi sprijinite legal.

Rezultatele acestei acțiuni constau în lista surselor regenerabile de energie abordabile și a potențialelor acestora, însoțite de limitările sau sprijinul legal pentru exploatare.

2°. Inventarierea și evaluarea cantitativă a consumurilor energetice posibil de satisfăcut, parțial sau total, în condiții de rentabilitate economică, cu energie obținută din surse regenerabile locale.

because energy needs at home and in local processing and conditioning processes in agriculture, food industry and small crafts market are a diffuse and uneven market and forms of energy reclaimed in this market and the quantities needed for each form should be estimated in order to allow efficient modeling of the activities they cover.

The result of this action is the actual knowledge of the market size and structure that addresses energy product of exploitation.

3°. Elaboration of technological schemes for the exploitation of targeted renewable energy sources. This action is required by the fact that technological schemes adopted, even if they are well known and mature, must be simple and able to operate in integrated mode. In addition, for some resources may exist competing technological schemes with different tracks and different outcomes (e.g. agricultural residues can be pelletized or briquetted and burned, or be included in the substrate for biogas production). Such variants must be known in the structuring process of the conduct of exploitation.

The result of this action is in the technical specifications for achieving operation.

4°. Risk analyses on the security of obtaining of energy for all variations of renewable source - specific technology of exploitation targeted and establishing the redundancy schemes to secure the supply with the energy forms for which is betting on local renewable sources. This action has several motivations. The first of these is the fact that local renewable energy approach presents strategic issues SWOT analyzable and risk aspects of these analyses must be gathered to give a picture of the risks security of energy supply within an integrated operation of several sources. A second motivation is the fact that the risks materialized in the operation of a renewable energy can be offset by other sources in the integrated operating system and the possibilities for substitution should be highlighted. Also, must be defined the limit situations in which the power calls to external systems.

The results of this action are essential for organizing integrated exploitation of targeted renewable energy sources and delivered user satisfaction. Thus, on the one hand, establishing the possibilities and ways of substitution among a variety of sources allows the technical set-up of integrated operation in order to obtain maximum safety in the supply of energy. On the other hand, the identification of critical situations where energy supplies are affected and communicated them to the beneficiaries will enable them to establish a realistic, possible need to access external power sources of system operating renewable energy.

Following the tactical steps described we are able to make sure that the establishment of facilities for integrated operation of local renewable energy sources is market useful and economically viable.

CONCLUSIONS

The above presented is seeking a comprehensive overview of issues related to the exploitation of local renewable energy sources. Placed equally under the banners of energy needs and environment protection, this work is, in the author opinion, insufficiently promoted and supported by concerted research for completed application solutions.

Meanwhile, often overlooked aspects are highlighted

Această acțiune este obligatorie, deoarece necesitățile de energie la nivel casnic și în procesele locale de prelucrare și condiționare în agricultură, mică industrie alimentară și activități meșteșugărești constituie o piață difuză și neomogenă, iar formele de energie reclamate pe această piață și cantitățile necesare pentru fiecare formă trebuie estimate, pentru a permite modelarea eficientă a activităților de acoperire a ei.

Rezultatul acestei acțiuni constă în cunoașterea concretă a mărimii și structurii pieței căreia se adresează produsul energetic al exploatării.

3°. Elaborarea schemelor tehnologice pentru exploatarea surselor regenerabile de energie vizate. Această acțiune este impusă de faptul că schemele tehnologice adoptate, chiar dacă sunt bine cunoscute și mature, trebuie să fie simple și capabile de a funcționa în regim integrat. În plus, pentru unele resurse pot exista scheme tehnologice concurente, cu trasee diferite și rezultate diferite (de exemplu, resturile vegetale agricole pot fi pelletizate sau brichetate și arse, sau pot intra în compoziția substratului pentru producerea biogazului). Astfel de variante trebuie cunoscute în procesul de structurare a conduitei de exploatare.

Rezultatul acestei acțiuni constă în specificațiile tehnice pentru realizarea exploatării.

4°. Analizele de riscuri privind securitatea obținerii energiei pentru toate variantele sursă regenerabilă – tehnologie specifică de exploatare vizate și stabilirea schemelor de redundanță pentru securizarea alimentării cu formele de energie pentru care se mizează pe sursele regenerabile locale. Această acțiune are mai multe motivații. Prima dintre acestea se referă la faptul că abordarea surselor regenerabile locale de energie prezintă aspecte strategice analizabile SWOT, iar aspectele de risc din aceste analize trebuie agregate pentru a obține o imagine a riscurilor privind securitatea alimentării cu energie în cadrul unei exploatare integrate a mai multor surse. A doua motivație ține de faptul că riscurile materializate în exploatarea unei surse regenerabile de energie pot fi compensate de alte surse din cadrul sistemului de exploatare integrată și posibilitățile de suplimentare trebuie evidențiate. De asemenea, trebuie definite situațiile limită în care alimentarea cu energie apelează la surse externe sistemului.

Rezultatele acestei acțiuni sunt esențiale pentru organizarea exploatării integrate a surselor vizate și pentru satisfacerea beneficiarilor energiei livrate. Astfel, pe de o parte, stabilirea posibilităților și modurilor de suplimentare între diverse surse permit configurarea tehnică a funcționării integrate în sensul obținerii siguranței maxime în livrarea de energie. Pe de altă parte, identificarea situațiilor limită în care livrările de energie sunt afectate și comunicarea acestora către beneficiari va permite acestora să-și stabilească, în mod realist, posibilele necesități de accesare a unor surse de energie exterioare sistemului de exploatare a surselor regenerabile de energie.

Parcursul pașilor tactici descriși este în măsură să dea siguranța că înființarea unei amenajări pentru exploatarea integrată a surselor regenerabile locale de energie este utilă pieței și rentabilă economic.

CONCLUZII

Cele de mai sus se doresc o prezentare globală a aspectelor legate de exploatarea surselor regenerabile locale de energie. Plasată, în egală măsură, sub stindardele nevoii de energie și protecției mediului, această activitate este, după părerea autorului, insuficient promovată și sprijinită prin cercetări concertate și finalizate cu soluții aplicabile.

În același timp, sunt evidențiate unele aspecte omise

when talking about this conduct, such as dominant share of the need for low temperature thermal energy in the total energy market or decontaminated effect of the use of biomass categories.

Finally, are briefly presented and discussed the actions that make tactical approach and which conducted before the establishment of proper arrangements, are such as to ensure its energy capability and legality, outlet, so economic efficiency, technical performance and safety in the delivery of cheap and "clean".energy. These actions require, for detailing, research efforts because, for example, with the exception of solar radiation, for which statistical data can be accessed, investigating a location in terms of "energy capacity" requires, for objectivity and uniformity, procedural actions. Also, security of energy supply may benefit from general redundancy scheme offered as research results.

It can be appreciated that providing such a solution would allow an extension, in time, to practice exploitation of local renewable energy sources, with undeniable economic, comfort and environmental benefits.

REFERENCES

- [1]. Rugină V.a.o. – *Scenarios for the evolution of electricity consumption in the residential sector*, ICEMENERG – http://rria.ici.ro/ria2008_3/art02.html;
- [2]. National Institute of Statistics (2011) - *Romania in figures*, Statistical abstract – <http://www.insse.ro/cms/files/publicatii>;
- [3]. SR 1907-1:1997 - *Heat plants. The calculated heat requirement. Computing prescriptions*, Romanian Standard;
- [4]. Calculation of heat and hot water for a dwelling – <http://centrale-buderus.com.ro>;
- [5]. National Institute of Statistics(2011) - *Romania. Statistical Yearbook 2011*;
- [6]. National Administration of Meteorology - Romania - Multiannual climatological data – <http://www.meteoromania.ro/anm>;
- [7]. National Institute of Statistics (2010) - *Romania. Energy Balance in 2010* ,<http://www.insse.ro/cms/files/publicatii>;
- [8]. Directive 2003/30/EC of the European Council and Parliament of 8 May 2003 on promoting the use of biofuels or of other renewable fuels for transport purposes.

adesea când se vorbește despre această conduită, cum ar fi ponderea dominatoare a nevoii de energie termică la temperatură joasă în totalul pieței de energie sau efectul depoluant al folosirii unor categorii de biomasă.

În fine, sunt prezentate și examinate, pe scurt, acțiunile care compun tactica abordării și care, desfășurate înaintea înființării propriu-zise a unei amenajări, sunt de natură să garanteze acesteia capabilitate energetică și legalitate, piață de desfacere, deci eficiență economică, performanță tehnică și siguranță în livrarea de energie ieftină și „curată”. Aceste acțiuni necesită, pentru detalieri, eforturi de cercetare pentru că, de exemplu, cu excepția radiației solare, pentru care există date statistice ce pot fi accesate, investigarea unei locații din punctul de vedere al „capacității energetice” necesită, pentru obiectivitate și uniformitate, acțiuni procedurale. De asemenea, asigurarea securității în alimentarea cu energie poate beneficia de scheme de redundanță generale oferite ca rezultate ale cercetării.

Se poate aprecia că oferirea de astfel de soluții ar permite o extindere, în timp, a practicii exploatarei surselor regenerabile locale de energie, cu beneficii economice, de confort și de mediu de necontestat.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Rugină V. ș.a. – *Scenarii de evoluție a consumului de energie electrică în sectorul rezidențial*, ICEMENERG – http://rria.ici.ro/ria2008_3/art02.html;
- [2]. Institutul Național de Statistică (2011) - *România în cifre*, Breviar statistic, <http://www.insse.ro/cms/files/publicatii>;
- [3]. SR 1907-1:1997 - *Instalații de căldură. Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul*, Standard Român;
- [4]. Calculul necesarului de căldură și apă caldă pentru o locuință – <http://centrale-buderus.com.ro>;
- [5]. Institutul Național de Statistică (2011)– *România. Anuarul statistic 2011*;
- [6]. Administrația Națională de Meteorologie – România – Date climatologice multianuale – <http://www.meteoromania.ro/anm>;
- [7]. Institutul Național de Statistică (2010) – *România. Balanța energetică 2010*, <http://www.insse.ro/cms/files/publicatii>;
- [8]. Directiva 2003/30/EC a Consiliului și Parlamentului European, din 8 mai 2003, privind promovarea utilizării biocombustibililor sau a altor combustibili regenerabili destinați transportului.

ENERGY WILLOW CULTIVATION OPPORTUNITIES IN ROMANIA

/

OPORTUNITĂȚILE CULTIVĂRII SALCIEI ENERGETICE ÎN ROMÂNIA

Ph.D. Eng. Găgeanu P.¹⁾, Eng. Milea D.¹⁾, Eng. Găgeanu I.¹⁾
Eng. Mircea R.¹⁾, Eng. Vajda L.²⁾¹⁾INMA/ Bucharest / Romania; ²⁾ Green Energy Association, Sfântu Gheorghe / Romania
Tel: 0766482087; E-mail: paulgageanu@yahoo.com

Abstract: Biomass is the most abundant renewable resource on the planet. It includes absolutely all organic matter produced by metabolic processes of living organisms. Biomass is the first energy source used by man since the discovery of fire. The energy incorporated in the biomass is released through various methods that, eventually, represent the burning process (chemical transformation in the presence of molecular oxygen). The paper presents the main opportunities for the cultivation of energy willow – an important source for obtaining biomass and transforming it into thermal energy - essential information to start a plantation of energy willow, including costs, the possibilities to purge water in the treatment plants, harvesting and direct burning with generation of thermal energy.

Keywords: biomass, energy willow, alternative energy source, renewable energy, sustainable energy

INTRODUCTION

The use of biomass should be promoted in all basic energy sectors (heating, electricity and biofuels for transportation). At least until 2010, there wasn't any major competition for the raw material, biofuels being based mainly on agricultural crops, while electricity and heating were based mainly on wood and residues.

A specific non-food biomass can be developed, but it is necessary to take into consideration important matters regarding biodiversity and work conditions. These matters have to meet the sustainability criteria: safe providing of raw material for the industry, efficient use of land through the use of the whole plant and exploiting both the fertile soils and the minimum quality ones.

The greenhouse effect and global warming are already realities almost unanimously accepted. The use of renewable resources that replace fossil fuels represents one of the solutions to reduce the consequences of this global threat. In 2006, the European Union conducted an impact study that revealed some courses of action in the field of resources.

Energy plants are considered renewable resources and are promoted through crops dedicated to obtain energy, following the economic rules, obtaining high yields with minimal inputs.

Generically called "energetic", energy plants represent an alternative energy source, more precisely energy obtained by burning wood material or by obtaining biofuels from herbaceous plants. In other words, we are talking about biomass as a source of renewable energy. As it is suggested by their name, these plants have special energetic characteristics and are organic (the emissions resulted are close to zero). In the category of energy plants we have rape (Brassica napus), corn (Zea mays), sun flower (Helianthus annuus), poplar (Populus spp.), willow (Salix spp.) etc.

Rezumat: Biomasa reprezintă resursa regenerabilă cea mai abundentă de pe planetă. Aceasta include absolut toată materia organică produsă prin procesele metabolice ale organismelor vii. Biomasa este prima formă de energie utilizată de om, odată cu descoperirea focului. Energia înglobată în biomasă se eliberează prin metode variate, care însă, în cele din urmă, reprezintă procesul chimic de ardere (transformare chimică în prezența oxigenului molecular). În lucrare sunt prezentate principalele oportunități de cultivare a salciei energetice, informații esențiale despre înființarea unei plantații de salcie energetică (costuri), recoltarea și arderea directă cu generare de energie termică.

Cuvinte cheie: biomasă, salcie energetică, sursă alternativă de energie, energie regenerabilă, energie sustenabilă

INTRODUCERE

Utilizarea biomasei trebuie promovată în toate sectoarele energetice de bază (încălzire, electricitate și biocombustibili pentru transport). Cel puțin până în 2010, nu a existat o competiție majoră pentru materia primă, biocombustibilii bazându-se în principal pe culturile agricole, pe când electricitatea și încălzirea era bazată în principal pe lemn și deșeuri.

Poate fi dezvoltată o biomasă specifică ne-alimentară, dar este necesar a se lua în considerare chestiunile importante privind biodiversitatea și condițiile de muncă. Acestea trebuie să întrunească criteriile de sustenabilitate: alimentarea sigură a industriei cu materie primă, utilizarea eficientă a terenului prin soluții de utilizare a întregii plante și prin exploatarea atât a solurilor fertile cât și a celor de calitate minimă.

Efectul de seră și încălzirea globală sunt deja realități aproape unanim acceptate. Utilizarea de resurse regenerabile obținute prin cultivarea de plante energetice care înlocuiesc combustibilii fosili reprezintă una din soluțiile reducerii consecințelor acestui pericol global. În anul 2006, Uniunea Europeană a efectuat un studiu de impact din care rezultă câteva direcții de acțiune în domeniul resurselor.

Plantele energetice sunt considerate resurse regenerabile și sunt promovate prin culturi dedicate pentru obținerea de energie, respectând regulile economice, obținerea de producții mari cu inputuri minime.

Denumite în mod generic "energo", plantele energetice reprezintă o sursă alternativă de energie, mai precis energie obținută fie prin arderea de materie lemnoasă, fie prin obținerea de biocombustibili din plantele ierboase. Cu alte cuvinte, vorbim despre biomasă ca sursă de energie regenerabilă. Așa cum sugerează și denumirea lor, aceste plante au caracteristici energetice deosebite și sunt ecologice (emisiile rezultate din arderea lor sunt aproape zero). Din categoria plantelor energetice fac parte rapița (Brassica napus), porumbul (Zea mays), floarea-soarelui (Helianthus annuus), plopul (Populus spp.), salcia (Salix spp.) etc.

Salix viminalis, common osier or osier is a willow species (*Salix*) originating in Europe and West Asia. It appears that the most profitable woody plant (and increasingly popular) is the hybrid species *Salix viminalis*, obtained in Sweden laboratories.

Energy willow (*Salix Viminalis*), fig. 1a – is a woody plant in the form a bush, a shrub with multiple branches having long, flexible, straight gray to green twigs. The leaves are long and slender (fig. 1b), 10-25 cm long but only 0.5-2 cm wide, they are dark green above, with a silky grey-haired underside. The flowers are catkins (see fig. 1c), produced in early spring before the leaves, they are dioecious, with male and female catkins on separate plants. The male catkins are yellow and have an oval shape, and the female catkins are longer and more cylindrical, they mature at the beginning of summer, when the capsule fruits open to release numerous seeds.

The willow created in Sweden has a rapid growth up until 3-3.5 cm/day and a lifespan of up to 25-30 years, bringing 4-6 twigs in the first year, a high plasticity and a big adaptability to different climates and soils. [16]

In 2 or 3 years the twigs can reach a height of 6-7 meters and a diameter at the base between 6 and 10 cm, bringing 10-25 twigs, out of which about half reach the height of 6-7 and the diameters of up to 3-4 cm.

Only after it has been used for 30 years in countries like Sweden, the Baltic Countries, Slovenia, Poland and Hungary, the energy willow arrived in Romania.

Salix viminalis, răchita comună sau răchita, este o specie de salcie (*Salix*) originară din Europa și vestul Asiei. Se pare însă că cea mai rentabilă dintre plantele lemnoase (și din ce în ce mai populară) este specia-hibrid *Salix viminalis*, obținută în laboratoarele din Suedia.

Salcia energetică (*Salix Viminalis*), fig.1a - este o plantă lemnoasă sub formă de tufă, un arbust cu multiple crengi având ramuri lungi, flexibile, drepte, cu coaja gri-verzui. Frunzele lungi și subțiri (fig.1b), au 10-25 cm lungime, dar numai 0.5-2 cm lățime, sunt de culoare verde închis, cu un puf mătășos dedesubt. Florile au formă de mătăsori (vezi fig. 1c) și apar la începutul anului, primăvara, înainte de frunze; au mătăsori de sex masculin și feminin pe plante separate. Mătăsorii de sex masculin sunt de culoare galbenă și de formă ovală, mătăsorii de sex feminin sunt mai lungi și mai mult cilindrici, se maturizează la începutul verii, când fructele capsule se deschid pentru a elibera numeroasele semințe.

Salcia creată în Suedia, are o creștere rapidă până la 3-3,5 cm/zi și o durată de viață de 25-30 ani, aducând în primul an 4 – 6 lăstari și ajungând la 2 – 3 m înălțime, cu mare plasticitate și o mare adaptare la diferite condiții de climă și sol. [16]

În 2-3 ani poate ajunge la o înălțime a lăstarilor de 6-7m și un diametru la bază cuprins între 6-10 cm, aducând 10 – 25 de lăstari, dintre care cam jumătate ating înălțimea de 6 – 7 m și diametrul de până la 3 – 4 cm.

Abia după 30 de ani de utilizare în țări precum Suedia, Țările Baltice, Slovenia, Polonia și Ungaria, salcia energetică a ajuns și în România.

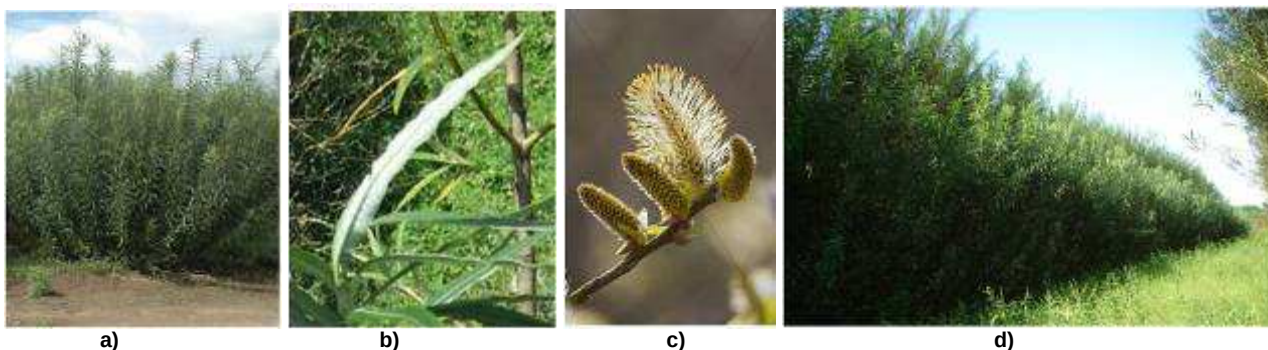


Fig. 1 - *Salix Viminalis*

a) Plant aspect [16], b) leaf aspect [16], c) catkins [16], d) *Salix Viminalis* crop [source: Green Energy]

MATERIAL AND METHOD

Fast growing and rotary cycle willow is an agricultural perennial crop, cultivated for producing wooden material used for heating and generating electric energy. Besides a very accelerated growth rhythm (during summer it can grow up to 3 cm per day), bringing 1-3 twigs and reaching a height of 2-3 meters, it also has a very high energy power (4900kcal/kg) and low production costs.

If other forest plants need 3-5 years until they can be harvested and used for energetic purposes, willow can be harvested every two years, having a volume of dry material wooden mass of 40-60 tons/hectare/harvesting.

Besides the rapid growing both in length and volume of the twigs, a series of other advantages appears, which is why in the last years it reached the forefront focus of the European Union, where the decision was taken as to subsidize willow as an energy plant because it has:

Impact on the environment

- It's a *renewable energy* source, it reduces the need of fossil energy sources, chemicals and

MATERIAL ȘI METODĂ

Salcia cu creștere rapidă (SRC) și ciclu rotativ, este o cultură perenă agricolă, cultivată pentru producerea de material lemnos folosit pentru căldură și pentru generarea de energie electrică. Pe lângă un ritm de creștere foarte accelerat (în timpul verii poate crește și 3 cm/zi) aducând în primul an 1-3 lăstari și ajungând la 2-3 m înălțime, are și o putere energetică foarte mare (4900 kcal/kg) și costuri de producție mici.

Dacă restul de plante silvice au nevoie de 3-5 ani până când pot fi recoltate și utilizate în scopuri energetice, salcia poate fi recoltată din doi în doi ani, având un volum de masă lemnoasă de 40-60 t/ha/recoltare material uscat.

Pe lângă creșterea rapidă atât în lungimea lujerilor cât și în volum, apar o serie de alte avantaje, motiv pentru care în ultimii ani a intrat în atenția fruntașă și în UE, unde s-a luat hotărârea de a fi subvenționată ca plantă energetică și anume pentru că:

Impact asupra mediului

- reprezintă o sursă de *energie regenerabilă*; se reduce nevoia pentru sursele de energie fosilă,

conventional fuels;

- Puts into use *unused land*;
- Prevents (or greatly reduces) *deforestation* generated by the growing need of cheap fuel;
- Willow biomass is a fuel that has neutral carbon that participates to the *reduction of global warming*;
- Willow biomass combustion determines the *reduction of acid rain occurrence*;
- *Reduces erosion and soil pollution*;
- Helps improve *biodiversity*: offers shelter for birds and small animals;
- Ensures soil enrichment with humus;
- Has the capacity of taking charge of 20-30 t/ha/year of sludge from wastewater treatment (the plantation can be irrigated using residual water from treatment plants, and the water does not have to be biologically treated – expensive operation).

Social impact

- It can generate additional income sources for the rural population and leads to the emergence of new employment in the community;
- The possibility to develop and maintain an energy and local logistics infrastructure. It can be a reliable alternative for energy sources (heating) for communities, being used as biomass (mince), briquettes or pellets. There are units of pelletizing-briquetting equipment, and these products can be used for heating communities (at least schools, dispensaries, kindergartens, etc.) from villages.
- Efficient use of poor land resources, unused in another way for other production type;
- Optimizing energy costs (immediate energy resources available at a local level).

Economic impact

- The smallest cost for necessary land resources for the plantation;
- Minimum agro-technological costs (minimum costs for cultivation and for agro-chemical products);
- High energy capacity from the harvested biomass);
- Efficient logistics "from land to heat";
- Positive general effect on the regional economy;
- It can represent an alternative for agriculture. Taking into account the environmental benefits, it could help optimizing the technological processes in the field of agricultural production.

Unused agricultural land

Willow is not a demanding plant in terms of soil needs, it will grow on a wide range of soil types and environment conditions, in combination with other types of crops, the productivity will be determined by the soil fertility, temperature and water and light availability.

Energy willow can be grown (it is even recommended) on wasteland. It has an evapotranspiration capacity of 15-20 liters of water per day. This advantage gives it an undisputed place as a plant that can make use of thousands of hectares of land left in decay.

It is recommended to plant willow in areas where other crops are not suitable, like flooded areas, compromised spaces around treatment plants, areas with landslides, etc. Thus, farmers keep the good lands for cereal crops, exploiting to a maximum all the land that they have.

Willow cultivation expands in areas throughout the country, like Suceava, Bacău, Braşov, Harghita, Covasna, Timișoara, Satu Mare, Călărași, Dolj, Tulcea,

chimicale și combustibili convenționali;

- pune în folosință *terenuri neutilizate*;
- se evită (sau se reduc considerabil) *defrișările de păduri* generate de nevoia crescândă pentru combustibil ieftin;
- biomasa de salcie este combustibil cu carbon neutru ce participă la *reducerea încălzirii globale*;
- combustia biomasei din salcie determină *reducerea apariției ploilor acide*;
- *reduce eroziunea și poluarea solurilor*;
- asigură îmbunătățirea *biodiversității*; adăpost pentru păsări, animale mici;
- asigură îmbogățirea solului cu humus;
- are capacitate de preluare a 20-30 t/ha/an de nămol provenit din epurarea apelor reziduale (plantația poate fi irigată cu apa reziduală de la stațiile de epurare, astfel, apele reziduale nu trebuie epurate biologic (operație costisitoare)).

Impactul social

- poate genera surse suplimentare de venit pentru populația rurală și duce la apariția de noi locuri de muncă în comunitate;
- *posibilitatea de dezvoltare și întreținere a infrastructurii energetice și logistice locale*. Poate fi o variantă sigură de surse energetice (încălzire) pentru localități, fiind utilizată ca biomasă (tocătura) brichete sau peleți. Există unități de utilaje de peletizare – brichetare de diferite capacități care să transforme tocătura de salcie în brichete sau peleți, iar aceste produse să fie utilizate pentru încălzirea localităților (cel puțin a școlilor, dispensarelor, grădinițelor etc.) din comune;
- utilizarea eficientă a resurselor funciare cele mai sărace, neutilizate în alt mod pentru alte tipuri de producție;
- optimizarea costurilor de energie (resurse energetice imediate și disponibile la nivel local);

Impactul economic

- cel mai mic cost al resurselor funciare necesare pentru plantație;
- costurile agro-tehnologice minime (costuri minime de cultivare și pentru produse agrochimice);
- capacitate mare de energie din biomasa recoltată;
- logistică eficientă "de la teren la căldură";
- efect general pozitiv asupra economiei regionale;
- poate fi o alternativă pentru agricultură. Ținând cont de beneficiile ecologice, ar putea ajuta optimizarea proceselor tehnologice din domeniul producției agricole.

Suprafețe agricole nefolosite

Salcia nu este o plantă exigentă la sol, aceasta va crește pe o gamă largă de tipuri de sol și de condiții de mediu, și în comun cu alte culturi, productivitatea va fi determinată de fertilitatea solului, temperatura, și disponibilitatea de apă și lumină.

Salcia energetică se poate cultiva (chiar este și recomandat) pe terenuri mlăștinoase. Are o capacitate de evapotranspirație de 15-20 l apă/zi. Acest avantaj îi conferă un loc necontestat ca plantă care să facă utilizabile mii de ha de terenuri care sunt în paragină.

Se recomandă plantarea în zonele în care nu se pretează alte culturi, precum zonele inundabile, spațiile compromise din jurul stațiilor de epurare, zonele cu alunecări de teren etc. Astfel, agricultorii păstrează terenurile bune pentru culturi de cereale, exploatând la maximum tot pământul pe care îl dețin.

Cultivarea salciei este răspândită în zone din toată țara, precum Suceava, Bacău, Braşov, Harghita, Covasna, Timișoara, Satu Mare, Calarași, Dolj, Tulcea,

Dâmbovița counties and there is also an interest for expanding the plantation in other areas of the country.

Estimates: According to a calculation, if energy willow would be planted in approx. 200 communities in the country on a surface of at least 50 hectares/community, the result would be a cultivated area of at least 100 ha. The quantity of energy obtained from burning the biomass from that surface would be enough for heating a school, a kindergarten, a city hall or a dispensary at prices considerably lower than the ones from conventional energy, and the rest of energy can be capitalized in the system.

Energy willow shelterbelts with multiple destinations:

- a) Energy willow shelterbelts around communities in the rural areas

Due to winter weather, many communities are isolated. Creating 25-50 m wide energy willow shelterbelts around these communities would stop and retain the snow.



Fig. 2 - Shelter belt around a community [1]



Fig. 3 - Snow fences (winter) [12]



Fig. 4 - Snow fences (summer) [12]



Fig. 5 - Shelterbelts around cultivated land [14]

Live snow fences are agro-forestry systems similar to shelterbelts and consist in rows of densely planted vegetation and that fulfils the same function as built snow fences. Energy willow is suited for use as a snow fence because:

- It becomes efficient in a short amount of time (approx. 2 years due to the fast growth rhythm);
- Has a high density (mature snow fences have a density of 60-70%);
- Once established, it is easy to maintain;
- The costs are lower than built snow fences or those made from other plant species.

There is a possibility to create 5-10 meters energy willow snow fences along the roads that during winter would protect the roads from snowdrifts, and during summer they would function as a dust filter, protecting agricultural crops.

Shelterbelts for cultivated land (for agro-forestry) are planted along the edges of the cultivated land in order to prevent soil erosion, to protect the crops from wind and snow.

Live fences near agricultural fields play a key part in

Dâmbovița și există interes pentru extinderea plantațiilor și în alte zone din țară.

Estimări: Potrivit unui calcul, dacă s-ar planta salcie energetică în cca 200 localități din țară pe o suprafață de cel puțin 50 ha/localitate, ar rezulta o suprafață cultivată de cel puțin 1000 ha. Cantitatea de energie obținută din arderea biomasei obținută de pe această suprafață ar fi suficientă pentru încălzirea unei școli, unei grădinițe, unei primării și a unui dispensar dintr-o localitate la prețuri considerabil scăzute față de energia convențională, iar restul s-ar putea valorifica în sistem.

Perdele de protecție din salcie energetică având diverse destinații:

- a) *Perdele de protecție din salcie energetică în jurul localităților din mediul rural*

Din cauza intemperiei iernii multe localități rămân izolate. Crearea unor **benzi de protecție** de 25-50 m lățime de **salcie energetică** în jurul localităților ar stopa și reține zăpada.

Parazăpezile vii sunt sisteme agroforestiere, similare ca și cordoanele de protecție, și constau în rânduri de vegetație plantate dens și care îndeplinesc aceeași funcție ca și gardurile de zăpadă construite. Salcia energetică este pretabilă pentru a fi utilizată sub formă de parazăpezi deoarece:

- Devine eficientă într-un timp scurt (aprox. 2 ani) datorită ritmului rapid de creștere;
- Are o densitate ridicată (perdelele de protecție mature au o densitate de 60-70%);
- O dată înființată este ușor de întreținut;
- Costurile sunt mai reduse decât în cazul parazăpezilor fabricate sau a celor naturale realizate cu alte specii.

Există posibilitatea creării unor **benzi de protecție** de 5-10 m din salcie energetică de-a lungul drumurilor care pe timp de iarnă ar proteja drumurile de troiene, iar pe timp de vară ar funcționa ca filtru de praf, protejând producțiile agricole.

Perdelele de protecție a terenurilor cultivate (agrosilvicultură), sunt plantate de-a lungul marginilor terenurilor cultivate pentru a preveni eroziunea solului, a proteja culturile de vânt și de zăpadă.

Gardurile vii de pe lângă câmpurile agricole joacă un rol vital

maintaining the quality of the soil, constituting reserves of groundwater that can diminish the undesired effects of drought periods and major elements to prevent erosion.

In areas where drainage is difficult or impossible to make, there isn't a more beneficial effect than the one provided by trees and shrubs.

Also, trees, shrubs, live fences can provide protection (shelterbelts) for crops that are exposed to powerful winds in the open field.

Although the effect of shelterbelts is not immediately obvious, significant microclimate changes are produced:

- Behind the natural shelterbelts, evapotranspiration is considerably reduced, chlorophyll synthesis is more active, and yields are higher. The effects are more visible in very warm days or days with strong wind;
- Air and soil temperature fluctuates less than in the open field;
- In the protected area, the quantity of fallen due is higher.



Fig. 6 - Shelterbelt for households [12]

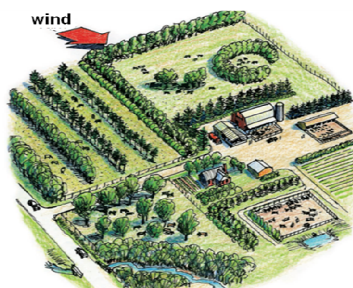


Fig.7 - Shelterbelt for animal farms [12]



Fig. 8 - Acoustic barrier and live fence [12]



Fig. 9 - Tailings dump [15]



Fig. 10 - Buffer area [10]



Fig. 11 - Treatment plant [9]

Shelterbelts for households (fig. 6) are planted around households in order to protect the buildings, people and animals against wind and snow, with the purpose of preserving energy consumption per household, to provide shade for animals during summer, to control snowdrifts, etc.

Shelterbelts for animal farms (fig. 7) can be planted around animal farms to help manage the impact of farm odors and other emission into the air (for example: dust, noise).

Cultivation of degraded land. Due to the fact that energy willow is capable of growing in extremely unfavorable conditions, it can be used to cultivate some tailings (fig. 9), saline, eroded and sandy soils, etc. Willow can provide a significant amount of humus in short time. The ideal PH for the plant is 5.5-6.6 but it can tolerate a 3.5-10 PH. In Romania, there are about 15000 hectares of tailings. By installing energy crops, this land can be better exploited, without having a negative ecological or human impact.

Willow crop can be exploited on slopes, fixating the soil and improving its quality. It can fulfill a role of bioremediation of polluted soils extracting the excess

în menținerea calității solului, constituind rezerve de apă freatică ce pot diminua efectele nedorite ale perioadelor de secetă și elemente majore de combatere a eroziunii.

În zonele unde drenajul este dificil sau imposibil de efectuat, nu există un efect mai benefic decât cel furnizat de copaci și arbuști.

De asemenea, copacii, arbuști, gardurile vii pot furniza protecție (perdele) pentru culturile expuse vânturilor puternice din câmp deschis.

Deși efectul perdelor de protecție nu este evident în mod imediat, se produc modificări microclimatice semnificative:

- în spatele perdelelor naturale, evapotranspirația este considerabil redusă, sinteza clorofilei este mai activă, producțiile sunt mai ridicate. Efectele sunt mai vizibile în zilele foarte călduroase sau cu vânt puternic;
- temperatura aerului și solului oscilează mai puțin decât în câmp deschis;
- în zona protejată, cantitatea de rouă căzută este mai mare.

Perdele de protecție a gospodăriilor (fig.6) sunt plantate în jurul gospodăriilor pentru a proteja clădirile, oameni și animalele de vânt și de zăpadă, cu scopul de a conserva consumul de energie pe gospodărie, a furniza umbră pentru animale în timpul verii, a controla troienele, etc.

Perdele de protecție a fermelor de animale (fig.7) pot fi plantate în jurul fermelor de animale pentru a ajuta la gestionarea impactului mirosului de fermă și a altor emisii în aer, fig. 8 (de exemplu, praf, zgomot etc.).

Recultivarea terenurilor degradate. Datorită faptului că salcia energetică este capabilă să crească în condiții extrem de nefavorabile poate fi folosită pentru recultivarea unor halde de steril (fig. 9), soluri saline, erodate, nisipoase etc. Poate furniza o cantitate semnificativă de humus într-un timp relativ scurt. PH-ul ideal pentru plantă este de 5,5-6,6 dar poate tolera și pH-ul de 3,5-10. Se înregistrează aproximativ 15.000 ha de terenuri haldate în România. Prin instalarea de culturi energetice, se pot valorifica superior aceste terenuri, fără un impact ecologic sau uman negativ.

Cultura de salcie poate valorifica terenurile în pantă, fixând solul și îmbunătățind calitatea acestuia. Poate îndeplini rol de bioremediere a solurilor poluate extrăgând

ions.

The willow crops can be used on soils polluted by heavy metals or by nitrites and nitrates.

The advantage of energy willow is that it can be planted on low quality soils. The crops can be established on soils with a high erosion potential, stopping that phenomenon. Also, it exploits very well and it is even recommended on high humidity soils that can't be used for other crops. The roots of the energy willow are well ramified from the beginning and reach deep into the soil, and for that it can be used against landslides. Near rivers, on floodable fields, energy willow can ensure protective belts for dams.

RESULTS

Energy willow plantations around used water treatment plants

Due to its characteristics, energy willow has the possibility to purify water from treatment plants, limiting the risk of groundwater pollution. Willow biomass crops have the capacity to retain contaminants from the wastewater.

At the same time, it can solve the problem of the sludge from the treatment plants [9]. Sludge is successfully used for the fertilization of these plantations, solving the problem of their storage in compliance with the EU Directives 86/278/CEE, 75/440/CEE, 80/68/CEE and the Order 334/2004.

Energy willow has the capacity to intake annually 20-30 t/ha of sludge from wastewater treatment.

This method of treating waste is more cost effective than the conventional methods, and the nutrients contained by the residual products serve as fertilizers for increasing the biomass production.

Irrigation with wastewater (see figure 14) and using active sludge as fertilizer are cost effective and ecological, ensuring:

- The production of biomass on low quality soils, increasing the farmer's profit;
- Reduces the energy consumption of the treatment plant used to eliminate biodegradable material (N, P) – active sludge;
- Recycling nutrients from human waste and the farmer's contribution to sustainability with positive effect on the environment;
- Compensation of the plantation's needs of water;
- Extracting/absorbing heavy metals from the food chain.



Fig.12 - Fertilization and irrigation scheme for an energy willow plantation [4]



Fig. 13 - Enköping – largest energy willow plantation irrigated with wastewater (76 ha)



Fig. 14 - Energy willow crop irrigated with wastewater [13]

Energy independence of villages (the initiative „1 village, 1 MW”). This initiative is proposed and coordinated by the Biomass Green Energy Innovative

ionii ce se găsesc în exces.

Cultura de salcie poate fi folosită pe solurile poluate cu metale grele sau cu nitriți și nitrați.

Avantajul culturii de salcie energetică este că poate fi stabilită pe soluri slabe calitativ. Pot fi stabilite pe soluri cu potențial ridicat de erodare ajutând la stoparea acestui fenomen. De asemenea valorifică foarte bine și chiar este recomandat solul cu umiditate ridicată ce nu poate fi utilizată altor culturi. Rădăcinile salciei energetice sunt foarte ramificate de la început și pătrund adânc în pământ, din acest motiv se poate utiliza pentru prevenirea alunecării de teren. Lângă râuri, pe câmpiile inundabile, salcia energetică poate asigura benzi protectoare pentru baraje.

REZULTATE

Plantații de salcie energetică în jurul stațiilor de epurare a apelor uzate

Datorită caracteristicilor sale, salcia energetică are posibilitatea de a epura apele de la stațiile de epurare limitând astfel riscul de poluare a apelor freatice. Culturile de salcie pentru biomasă au capacitatea de a reține contaminanții din apele uzate.

Totodată poate soluționa problema nămolurilor de la stațiile de epurare [9]. Nămolul este utilizat cu succes în fertilizarea acestor plantații, rezolvând problema depozitării lor în concordanță cu Directivele UE 86/278/CEE, 75/440/CEE, 80/68/CEE și Ordinul 334/2004.

Salcia energetică are capacitatea de a prelua anual 20-30 t/ha de nămol provenit din epurarea apelor reziduale.

Această metodă de tratare a deșeurilor este mai rentabilă decât tratamentele convenționale, iar elementele nutritive conținute în produsele reziduale servesc ca îngrășământ ieftin de creștere a producției de biomasă.

Irigarea cu apă uzată (vezi fig.14) și folosirea nămolului activ ca îngrășământ este rentabilă și ecologică, asigurând:

- producția de biomasă pe soluri slabe, crescând astfel profitul fermierului;
- reducerea consumului de energie al stației de epurare folosit pentru eliminarea materiilor biodegradabile (N,P) –nămolul activ;
- reciclarea substanțelor nutritive provenite din reziduuri umane și contribuția fermierului la sustenabilitate cu efecte pozitive pe mediu;
- compensarea nevoilor de apă a plantației;
- extragerea/absorbția metalelor grele din lanțul alimentar.

Independența energetică a satelor (inițiativa „1 sat, 1 MW”). Aceasta inițiativă este propusă și coordonată de Clusterul Inovativ al Biomasei Green Energy. Sursele

Cluster. The sustainable energy sources for the rural areas can be obtained from the conversion of wood biomass (obtained for example from forestry crop with a short production cycle) into useful energy. The sustainable bio-energy systems are complex systems because they are based on three components:

1. The supply of raw material (eg. minced energy willow);
2. The conversion technology;
3. The allocation of energy.

These systems are simultaneously influenced by ecological, environmental, economic and social factors. They are interdependent, their integration is essential for success, otherwise the failure of one component can cause the failure of the entire system.

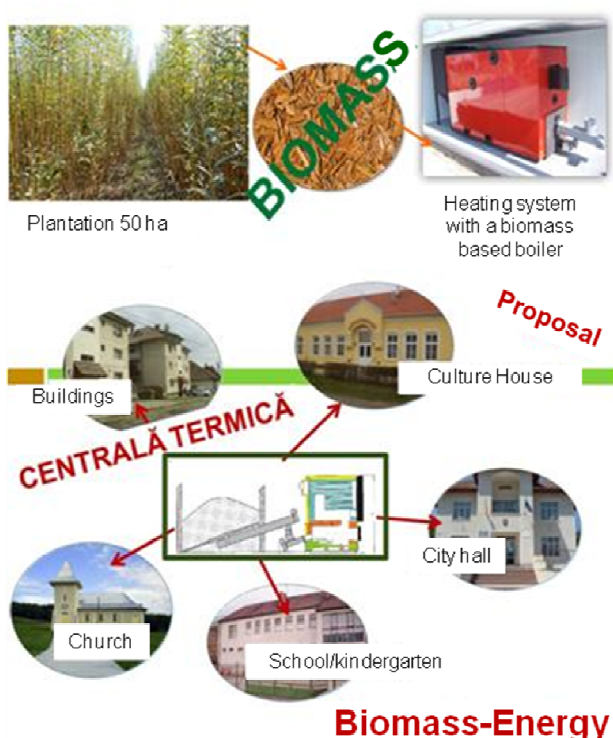


Fig. 13 - Transforming biomass into thermal energy and using it in a rural community [21]

It is important that the relation between employment, the impact on the environment when obtaining biomass and the beneficiaries of energy, to be acknowledged by the community.

The project "1 village, 1 MW" is mainly addressed to local authorities that have the possibility to grow at least 50 hectares of energy willow that will be used, like wood waste, to produce thermal energy for the subordinated public institutions.

The amount of energy produced this way would be sufficient to heat a kindergarten, a city hall, a local dispensary at considerably lower prices compared to conventional energy, and the rest could be capitalized in the system.

de energie sustenabilă pentru mediul rural pot fi obținute în urma conversiei biomasei lemnoase (obținute de exemplu din culturi de specii forestiere cu ciclul de producție scurt) în energie utilă. Sistemele de bioenergie sustenabile sunt sisteme complexe deoarece se bazează pe 3 componente:

1. Alimentarea cu materie primă (de exemplu: tocătură obținută din salcie energetică);
2. Tehnologia de conversie;
3. Alocarea de energie.

Aceste sisteme sunt influențate în mod simultan de factori ecologici, de mediu și de factori economici și sociali. Ele sunt interdependente, integrarea lor este esențială pentru succes, altminteri eșuarea uneia din componente poate cauza eșecul întregului sistem.

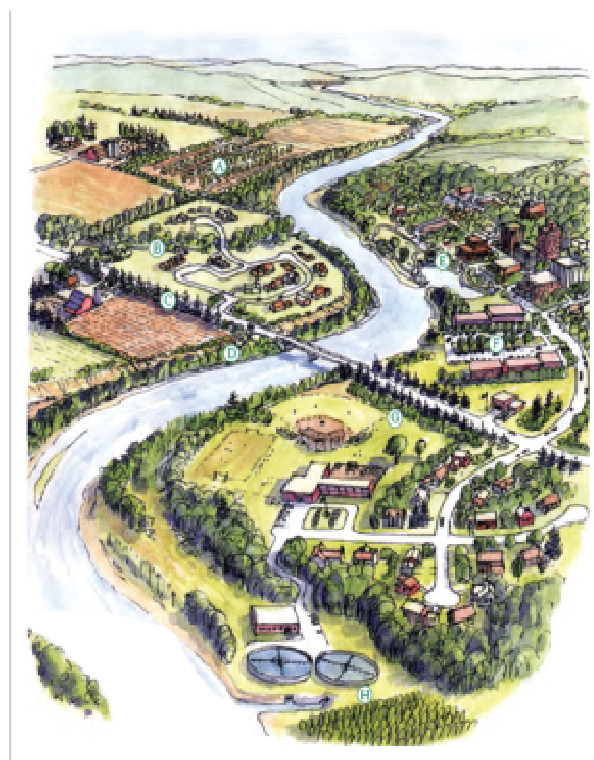


Fig. 14 - Sustainable rural development and the utility of forestry plants with a rapid growth and a rotating cycle
A. - Agricultural crop; B. - Riverain buffer area; C. - Snow fences;
D. - Protecting the canal against erosion; E. - Riverain buffer area; G. - Wind protection fence; H. - Waste treatment [12]

Este important ca relația dintre ocuparea forței de muncă, impactul de mediu la obținerea biomasei și beneficiarii energiei, să fie conștientizată la nivelul comunității.

Proiectul "1 sat, 1 megawatt" se adresează în principal autorităților locale care au posibilitatea de a cultiva cel puțin 50 de hectare de salcie energetică, ce va fi folosită, asemenea deșeurilor din lemn, la producerea energiei termice pentru instituțiile publice din subordine.

Cantitatea de energie produsă în acest fel ar fi suficientă pentru încălzirea unei școli, grădinițe, primărie și a unui dispensar din localitate la prețuri considerabil scăzute față de energia convențională, iar restul s-ar putea valorifica în sistem.

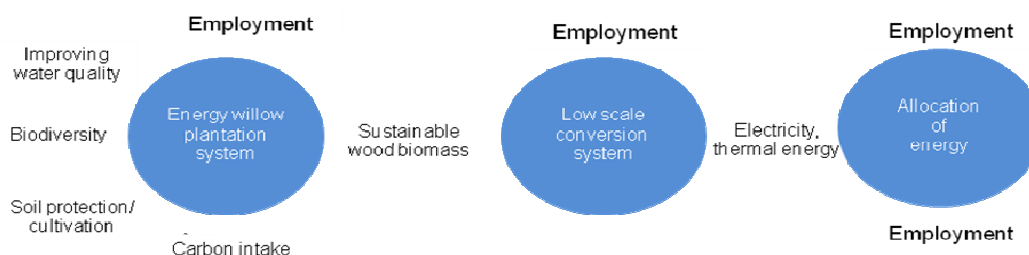


Fig. 15 – The relation between the system's component and the multiple benefits of bio-energy systems based on energy willow plantations [13]

In order to achieve the best results, a great importance is represented by the participatory integrated approach and the tight collaboration between the main decision factors and the local, regional and national governance structures.

Table 1 shows the necessary data to set up a hectare of energy willow crop and the biomass obtained.

Pentru a se obține rezultate cât mai bune, o importanță majoră o reprezintă abordarea participativă integrată și colaborarea strânsă a principalilor factori de decizie cu structurile de guvernare locale, regionale și naționale.

În tabelul 1 sunt trecute datele necesare înființării unui ha de plantație salcie energetică și biomasa obținută.

Table1 [21]

Data on energy willow and the biomass obtained

Number of cutting necessary for 1 hectare	14.000	pcs.
Cuttings price	0,08	EUR
Costs for setting up a 1 hectare plantation	1.600	EUR
The size recommended for a plantation	5	ha min.
Maintenance costs beginning with year 2	200	EUR/ha/year
Harvest year 1	15	t/ha
Harvest year 2	35	t/ha
Harvest year 3	45	t/ha
The lifespan of a plantation	30	years, max.
Price for minced willow	25	EUR/t
Energy value	4.900	kcal/kg
Biomass quantity resulted from a 20000 ha land	1.000.000	tons
Biomass quantity resulted from a 2000 ha land	90.000	tons
1.000.000 tons of biomass are enough for	145.000	houses
A plantation of 1000 ha: heating of	7.000	houses
Biomass necessary for a 10 MW heating system	90.000	t/year

CONCLUSIONS

Growing energy willow has a series of advantages that justify its spread on a large scale. Energy willow is a willow species that proved to be an efficient plant, cultivated for energetic purposes, but besides that, it has many other benefits: positive impact on the environment, major social impact, positive economic impact, uses agricultural surfaces that are not used for other cultures, shelterbelts with different destinations (around communities, snow fences, in agro-forestry, around households and animal farms, enclosing fences, etc).

In the following 5-7 years, in Romania, cultivation of willow tree could be expanded on a total surface of around 5000 hectares, according to the data shown in table 2.

CONCLUZII

Cultivarea salciei energetice prezintă o serie de avantaje care justifică răspândirea ei pe scară largă. Salcia energetică este o specie de salcie care s-a dovedit a fi o plantă eficientă, cultivată în scopuri energetice dar pe lângă acest fapt ea prezintă și multe alte beneficii: impact pozitiv asupra mediului, impact social major, impact economic pozitiv, utilizarea suprafețelor agricole nefolosite, perdele de protecție cu diverse destinații (în jurul localităților, parazăpezi, agrosilvicultură, gospodării, ferme animale, bariere acustice, garduri de împrejmuire etc.)

În următorii 5-7 ani, în România, cultivarea salciei ar putea fi extinsă pe o suprafață totală de cca. 5000 ha, conform datelor din tabelul 2 :

Table 2 [21]

Forecast on energy willow cultivation in the period 2014-2020

Plantation destination	Surface		Total surface
Unused agricultural surfaces	50 ha	20 villages	1000 ha
Shelterbelts around remote communities	300 ha	10 villages	3000 ha

Plantation destination	Surface		Total surface
Shelterbelts, snow fences along roads	100 km	-	200 ha
Shelterbelts for cultivated land (agro-forestry)	-	-	-
Shelterbelts for households	-	-	-
Shelterbelts for farms	-	-	-
Acoustic barriers	-	-	-
Protective, enclosing fences.	-	-	-
Stopping landslides, protective belt for dams.	-	-	-
Around treatment plants	20 ha	20 villages	400 ha
Around waste deposits	20 ha	20 villages	400 ha
Cultivation of degraded fields..	-	-	-
Soil remediation	-	-	-
Buffer area -	-	-	-
Total			5000 ha

Acknowledgement

The results presented in this article were obtained with the help of **Green Energy Association**, whose purpose is to promote renewable energy resources in Romania, as INMA's partner in conducting the Contract number 35/2012 under the Partnership Program.

REFERENCES

- [1]. AAFC Agro-forestry Development Centre (2009) - *Buffer strips for biomass production and riparian protection*;
- [2.] *** (2006) - Code of Good Practice in Farms, Bucharest;
- [3]. Directive 86/278/EEC - *On the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture*;
- [4]. Lantmännen Agro-energy, Sweden, Manual for SRC Willow Growers;
- [5]. *** Manual for SRC Willow Growers, Lantmännen Agroenergy (Sweden);
- [6]. Monitoring and Evaluation of the RES directives implementation in EU27 and policy recommendations for 2020 project, Project no: EIE/06/170/SI2.442662, finanțat de Intelligent Energy Europe, <http://www.res2020.eu>;
- [7]. Nordic Biomass A/S, How to improve the economy in Willow;
- [8]. Radu Șumălan, USAMVB TIMIȘOARA- Biomass, a source of renewable energy, Eurobit Publishing;
- [9]. Romanian situation on urban wastewater and sludge from treatment plants, Bucharest, 2010;
- [10]. Shelterbelts for Livestock Farms in Alberta, 2014;
- [11]. State University of New York, College of Environmental Sciences and Forestry, Designing decentralized small-scale bioenergy systems based on short rotation coppice for rural poverty alleviation;
- [12]. Swedish University of Agricultural Sciences, Recycling of wastewater and sludge in Salix plantations;
- [13]. Sapientia University, The possibility to use wastewater and treated sludge to fertilize energy willow plantations;
- [14]. Using Willow Riparian Buffer Strips for Biomass Production and Riparian Protection, Agriculture and Agri-Food Canada;
- [15]. Using, in energy purposes, energy willow plantations from tailings, project 22082, ICAS;

Mulțumiri/Recunoștință

Rezultatele prezentate în acest articol au fost obținute cu sprijinul **Asociației Green Energy**, al cărei scop este promovarea resurselor de energie regenerabilă în România, partener al INMA în derularea Contractului nr. 35/2012 în cadrul programului Parteneriate.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. AAFC Agroforestry Development Centre (2009) – *Deformator cu tampon pentru producerea de biomasa si protectia riverana*;
- [2]. *** (2006) - Codul de Bune Practici in Ferma, Bucuresti;
- [3]. Directiva 86/278/CEE - *Protecția mediului, în special a solului, atunci când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură*;
- [4] Lantmännen Agroenergi, Sweden, Manual for SRC Willow Growers;
- [5] ***Manual for SRC Willow Growers, Lantmännen Agroenergy (Sweden);
- [6]. Monitorizarea si evaluarea implementarii directivelor RES in EU27 si recomandarile privind politicile pentru proiectul 2020 , Proiect nr: EIE/06/170/SI2.442662, finanțat de Intelligent Energy Europe, <http://www.res2020.eu>;
- [7].]Biomasa nordica A/S, Cum sa imbunatati economia prin valorificarea salciei;
- [8]. Radu Șumălan,USAMVB TIMIȘOARA- Biomasa, sursă de energie regenerabilă, editura Eurobit;
- [9]. Situația în România a Apelor Uzate Urbane și a Nămolului provenit din Stațiile de Epurare, București, 2010;
- [10]. Shelterbelts for Livestock Farms in Alberta, 2014;
- [11] U si Padurilor, Conceperea de sisteme bio-energetice la scara mica bazate pe rotatia scurta a subarboretelor pentru diminuarea saraciei in zonele rurale;
- [12]. Universitatea de Stiinte Agricole din Suedia, Reciclarea apelor reziduale si a namolurilor in plantatiile de salcie;
- [13]. Universitatea Sapientia, Posibilitățile folosirii apelor uzate menajere și a nămolului tratat pentru fertilizarea culturilor de salcie energetică;
- [14]. Folosirea deformatoarelor tampon pentru salcia riverana pentru producerea biomasei si protectia riverana, Agricultura si Agri-Alimentar, Canada;

[16]. www.reneger.eu/Document_Files/Salcia%20energetica_gshdm5.pdf,
Salcie energetică_tehnologie.pdf
[17]. www.kwg.ro
[18.] www.thelivingwall.net
[19]. <http://www.nordicbiomass.dk/>
[20]. www.pndr.ro
[21]. <http://greenenergycluster.ro/index.php?language=en&page>
[22]. [http://www.asas.ro/wcmqs/academia/manifestari-stiintifice/3.
%20Experienta%20romaneasca%20in%20realizarea%20perdel
elor%20forestiere%20de%20protectie.pdf](http://www.asas.ro/wcmqs/academia/manifestari-stiintifice/3.%20Experienta%20romaneasca%20in%20realizarea%20perdel%20forestiere%20de%20protectie.pdf)

[15]. Utilizarea în scopuri energetice a culturilor instalate
pe haldele de steril, proiect 22082, ICAS;
[16]. www.reneger.eu/Document_Files/Salcia%20energetica_gshdm5.pdf,
Salcie energetică_tehnologie.pdf
[17]. www.kwg.ro
[18]. www.thelivingwall.net
[19] <http://www.nordicbiomass.dk/>
[20.] www.pndr.ro
[21]. <http://greenenergycluster.ro/index.php?language=en&page>
[22]. [http://www.asas.ro/wcmqs/academia/manifestari-stiintifice/3.
%20Experienta%20romaneasca%20in%20realizarea%20perdel
elor%20forestiere%20de%20protectie.pdf](http://www.asas.ro/wcmqs/academia/manifestari-stiintifice/3.%20Experienta%20romaneasca%20in%20realizarea%20perdel%20forestiere%20de%20protectie.pdf)

MAINTENANCE OF THE ENERGETIC POPLAR CROP BY USING PRECISION HERBICIDES EQUIPMENT IN STRIPS

POSSIBILITAȚI DE ÎNTREȚINERE A CULTURII DE PLOP ENERGETIC PRIN UTILIZAREA UNOR ECHIPAMENTE DE ERBICIDAT CU PRECIZIE ÎN BENZI

Ph.D Eng. Kolozsvari C., Ph.D. Eng. Manea D., PhD. Stud. Eng. David A., Eng. Gheorghe G.

INMA Bucharest / Romania

E-mail: tinakolozsvari@yahoo.com

Abstract: The implementation of an energy strategy for capitalizing renewable energy potential (REP) is in line with medium and long-term energy development policy in Romania and offers appropriate framework for making decisions on energy alternatives and enrollment in the *acquis communautaire* in the field. Energetic poplar is a plant with very rapid growth in a short time and produces a lot of wood mass. Energetic poplar produces a large amount of dry matter when harvesting about 40 t / ha, efficiently using nitrogen, water and other resources, it is resistant to diseases with less stringent requirements for fertilizers, pesticides and other chemicals. Harvested poplar strains can be used as fuel to produce electricity and heat for conversion in other useful products such as hydrogen, cellulose, lignin, etc. The paper presents the current state of energetic poplar culture maintenance by using equipment with precision sprayer bands.

Keywords: equipment, sprayers, energetic poplar, strips precision.

INTRODUCTION

Climate change is one of the biggest threats in social, economic and environment terms [5].

According to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Global Climate Change - IPCC, developed in 2007, human activities contribute significantly to triggering of global warming [6].

Climate change impacts are reflected in the formation of the greenhouse effect, the average temperature increase to significant regional variations, reducing evaporative water resources for the population, reducing the volume of ice caps, rising sea levels, changing hydrological cycle, changes in the course of the seasons, the growth frequency and intensity of extreme weather events and biodiversity loss [4].

In today's climate, a special place is occupied by agriculture that primarily feeds everyone on the planet [1]. Climate change impacts on soil are highlighted by decreasing potential for photosynthesis at ground level, changing water cycle by reducing water evaporation rate, decreased agricultural potential growth in arid regions, soil erosion, producing floods, droughts and landslides [3].

Therefore, it is very important for agriculture to occupy a special place in the development strategies on national, regional and global level.

The experience of western European countries shows that the use of technologies based on biomass as a primary energy source can become profitable for both the manufacturer / provider of such technology and the consumer.

Biomass means all vegetal or animal materials and products resulting from their transformation. As a form of storing energy from the sun in a chemical form, biomass is one of the most popular and widespread

Rezumat: Punerea în practică a unei strategii energetice pentru valorificarea potentialului surselor regenerabile de energie (SRE) se înscrie în coordonatele dezvoltării energetice a României pe termen mediu și lung și oferă cadrul adecvat pentru adoptarea unor decizii referitoare la alternativele energetice și înscrierea în *acquis-ul comunitar* în domeniu. Plopul energetic este o plantă cu o creștere deosebit de rapid în scurt timp, care produce multă masă lemnoasă. Plopul energetic produce o cantitate mare de substanță uscată la recoltare aproximativ 40 t/ha, utilizează eficient azotul, apa și alte resurse, este rezistent la boli, având puține cerințe pentru fertilizanți, pesticide și alte chimicale. Tulpinile recoltate de plop pot fi utilizate drept combustibil pentru producerea de curent electric și căldură sau pentru conversia în alte produse utile ca hidrogen, celuloză, lignină etc. În lucrare este prezentat stadiul actual privind întreținerea culturii de plop energetic prin utilizarea unor echipamente de erbicidat cu precizie în benzi.

Cuvinte cheie: echipament, erbicidat, plop energetic, benzi, precizie.

INTRODUCERE

Schimbările climatice reprezintă una dintre cele mai mari amenințări din punct de vedere social, economic și al mediului [5].

Potrivit celui de-al IV-lea Raport Global de Evaluare al Grupului Interguvernamental privind schimbările climatice – IPCC, elaborat în anul 2007, activitățile umane contribuie semnificativ la declanșarea efectelor climatice și a încălzirii globale [6].

Impactul schimbărilor climatice se reflectă în formarea efectului de seră, creșterea temperaturii medii cu variații semnificative la nivel regional, diminuarea prin evaporare a resurselor de apă pentru populație, reducerea volumului calotelor glaciare, creșterea nivelului oceanelor, modificarea ciclului hidrologic, modificări în desfășurarea anotimpurilor, creșterea frecvenței și intensității fenomenelor climatice extreme precum și reducerea biodiversității [4].

În contextul actual al schimbărilor climatice, un loc aparte îl ocupă domeniul agricol care asigură în primul rând hrană pentru toți locuitorii planetei [1]. Efectele schimbărilor climatice asupra solului sunt evidențiate prin scăderea potențialului de fotosinteză la nivelul solului, modificarea ciclului apei în natură prin reducerea vitezei de evaporare a apei, scăderea potențialului agricol, creșterea suprafețelor regiunilor aride, eroziunea solului, producerea inundațiilor, secetelor și alunecărilor de teren [3].

Ca urmare este foarte important ca domeniul agriculturii să ocupe un loc special în strategiile de dezvoltare la nivel național, regional și mondial.

Experiența țărilor vest-europene demonstrează ca utilizarea tehnologiilor bazate pe utilizarea biomasei ca sursă de energie primară poate deveni profitabilă atât pentru producătorul/furnizorul de astfel de tehnologii, cât și pentru consumator.

Prin biomasă se înțelege totalitatea materialelor de origine vegetală sau animală și produsele ce rezultă din transformarea acestora. Ca forma de păstrare a energiei Soarelui în forma chimică, biomasa este unul din cele mai

resource on Earth. It provides not only food, but also energy, building materials, paper, fabrics, drugs and chemicals [2].

Biomass is used in energy purposes ever since man discovered fire. Today biomass fuels can be used in different purposes – from heating rooms to producing electric energy and fuels for vehicles. Worldwide, there is an extensive activity in the use of biomass for producing electric and thermal energy, stimulated by the necessity to reduce the CO₂ emissions from the European Union energy policy.

In developed countries modern technologies for the valorization of the energy potential of biomass through direct burning or by obtaining liquid or gaseous fuels are used. Biomass sources are represented by forestry residues, residues resulted from wood processing, vegetal residues from agriculture and food industry, animal waste.

Arguments in favor of using biomass in energy purposes are related to environment protection and also have a social-economic nature through employment and work force stabilization of farmers in the areas where energy plants are grown, raw material having a regenerative nature.

Biomass reserves are represented mainly by wood residues, agricultural waste, household waste and energy crops. The production of biomass does not only represent a renewable energy resource but also a significant opportunity for a sustainable rural development [2].

Advantages of wood waste valorization

- Valorization of the resulted product by selling it both on the internal market and to export;
- Applying quality and environment standards existing at a European level;
- Ensuring an efficient ecological protection for the population, as well for water and forest;
- Material recycling;
- Eliminating wood material residues from the storing surfaces;
- Ensuring superior burning performances of pelletized products, on the aspect of a longer burning time of the same material volume, as well a bigger quantity of recovered heat;
- Efficient use of wood waste from wood processing;
- Reducing storage volume of fuel material, taking into account that a briquette volume is seven-eight times smaller than the volume occupied by the same quantity of sawdust before briquetting;
- Achieving an easy alternative for producing heat in household or in small industry enterprises;
- Development of new jobs;
- Accelerating the alignment of the ecologic legislation in our country to the one existing in the field at a EU level [2].

The main source of lignocellulose biomass is wood. However, there is a wide range of lignocellulose resources that can be converted to biofuels: trees with a high growth speed (poplar, willow, eucalyptus), agricultural crops (sugar cane, rape, sugar beet), perennial crops (*Miscanthus* sp.), herbaceous plants with high growth speed (*Switchgrass*, *Panicum Virgatum*, elephant grass), residues (wood from trimming trees and construction, agricultural residues or the ones from processing vegetal production in food industry).

In our country, energetic poplar plantation is not a cheap investment but from the second year, the money

populare si răspândite resurse de pe Pământ. Ea asigura nu doar hrana, ci și energie, materiale de construcție, hârtie, țesături, medicamente și substanțe chimice [2].

Biomasa este utilizată în scopuri energetice din momentul descoperirii focului de către om. Astăzi combustibilul de biomasă poate fi utilizat în diferite scopuri - de la încălzirea încăperilor până la producerea energiei electrice și combustibililor pentru automobile. Pe plan mondial există o amplă activitate de utilizare a biomasei pentru producerea de energie electrică și termică, impulsionată de necesitatea reducerii emisiei de CO₂ de politica energetică a U.E.

În țările dezvoltate sunt utilizate tehnologii moderne de valorificare a potențialului energetic al biomasei prin ardere directă sau prin obținerea de combustibili lichizi și gazoși. Sursele de biomasa sunt reprezentate de deșeurile forestiere, deșeurile rezultate din prelucrarea lemnului, resturile vegetale din agricultură și din industria alimentară, reziduuri animale.

Argumentele în favoarea utilizării energetice a biomasei sunt atât de natură a protecției mediului cât și de natură socio-economică, prin ocuparea și stabilizarea forței de muncă a fermierilor în zonele de cultivare a plantelor cu valorificare energetică, materie primă cu caracter regenerativ.

Rezervele de biomasa sunt în special deșeurile de lemn, deșeurile agricole, gunoiul menajer și culturile energetice. Producerea de biomasă nu reprezintă doar o resursă de energie regenerabilă ci și o oportunitate semnificativă pentru dezvoltarea rurală durabilă [2].

Avantaje ale valorificării deșeurilor lemnoase:

- valorificarea produsului rezultat prin comercializarea sa atât pe piața internă, cât și la export;
- aplicarea standardelor de calitate și de mediu existente la nivel european;
- asigurarea unei protecții ecologice eficiente a populației, precum și a apei, a pădurii;
- reciclarea materialelor;
- eliminarea deșeurilor de material lemnos de pe suprafețele de depozitare;
- asigurarea unor performanțe de ardere superioare a produselor peletizate, sub aspectul duratei mai mari de ardere a aceleiași volum de material, precum și a unei cantități de caldură recuperate mai mari;
- utilizarea eficientă a deșeurilor de material lemnos rezultate prin prelucrarea lemnului;
- reducerea volumului de depozitare a materialelor combustibile, ținând seama că volumul unei brichete este de circa șapte-opt ori mai mic decât volumul ocupat de aceeași cantitate de rumeguș înainte de brichetare;
- realizarea unei alternative simple pentru producerea căldurii în domeniul casnic sau în întreprinderi din mică industrie;
- realizarea de noi locuri de muncă;
- accelerarea alinierii legislației ecologice din țara noastră la cea existentă în domeniu la nivelul UE [2].

Principala sursă de biomasă lignocelulozică este lemnul. Totuși, există o gamă foarte variabilă de resurse lignocelulozice care pot fi convertite la biocombustibili: copaci cu viteză mare de creștere (plopul, salcia, eucaliptul), culturi agricole (trestia de zahăr, rapița, sfecla de zahăr), culturi perene (*Miscanthus* sp.), plante erbacee cu viteze mari de creștere (*Switchgrass*, *Panicum Virgatum*, iarba elefant), reziduuri (lemnul provenit de la toaletarea copacilor și din construcții, deșeurile agricole sau cele provenite ca urmare a procesării producției vegetale în industriile alimentare).

În țara noastră înființarea plantației de plop energetic nu reprezintă o investiție tocmai ieftină însă începând din

invested is quickly recovered. It is important to note that in EU countries different varieties of poplar energetic crops are subsidized. Grants may be of different types (eg. 50% of the costs of establishing the plantation, annual subsidies, grants ventures etc.).

Current technologies of planting energy crops (poplar, willow) require the development of plant equipment to carry out planting cuttings in two rows at a distance of 75 cm, then at a distance of 150 cm between two rows etc. up to be planted all the surface and 60 ... 65 cm between cuttings in row, the cuttings length being of 18 ... 20 cm .

Currently, in Romania there are companies with purchased license both in Sweden and in Hungary, there are steps made to authorize the starting of a nursery, but without some national programs leading to expansion of these plantations, and without some subsidies to boost the achievement of regional investment of biomass results, they cannot compete in the European market.

MATERIAL AND METHOD

The role and importance of energetic poplar culture

Poplar species with a large complex of vegetation in temperate regions of the northern hemisphere in particular, but also in south of the Earth, have been associated or integrated in agriculture.

Farmers soon discovered that you can establish the poplar crop and create plantations for household needs. At first, there were used only local species, of which the main role was kept by the black poplar (*Populus nigra* L.). Introduction in Europe in the late eighteenth century, of the the American black poplar (*Populus deltoides* Marsh.) and in America of the European black poplar (*Populus nigra* L), gave rise to hybrids of these species that have revolutionized traditional forms of culture.

More opportunities to use the hybrid wood encouraged the creation of poplar plantations.

Italian paper industry was the first to use poplar wood for purposes other than traditional rural uses. In early twentieth century was promoting those types of hybrids as the best culture and they greatly satisfied the needs of an economy in course of changing . During this period, the paper factories are increasingly using poplar wood for the mechanical pulp and at the same time the popularization of gains that could be obtained by planting "the poplars of Canada" (*Populus x canadensis* Mönch) being noticed. Also in that period, some scientific investigations started to identify and select the best performing hybrids, and also found out appropriate crop technologies and protection.

Given the growing importance that is given to poplars in more developed European countries (France, Italy, Germany, etc.) research was boosted in this area, also feeling the need for establishing an international coordinating organism.

Energy crops production with short cycle is a modern and efficient solution for recovering degraded areas and achieve a renewable energy resource.

Carbon storage of atmospheric carbon dioxide in wood leads to attenuation of greenhouse effect, which is a major cause of climate change.

These crops provide many environmental benefits when performed on eroded land or land unsuitable for crops.

Poplar, as widespread species worldwide, are largely responsible for present and future needs of human society and therefore can be considered species "of world trade and the future", they co-evolving along with humanity.

al doilea an, banii investiți se recuperează rapid. Este important de menționat că în țările UE diferitele soiuri de plop energetic sunt culturi subvenționate. Subvențiile pot fi de diferite feluri (ex. 50 % din cheltuielile de înființare ale plantațiilor, subvenții anuale, subvenții mixte etc.).

Tehnologiile actuale de plantat culturi energetice (plop, salcie) impun realizarea unor echipamente de plantat care să realizeze plantări de butași pe două rânduri la distanța de 75 cm, apoi la distanța de 150 cm între alte două rânduri s.a.m.d. până se plantează toată suprafața și 60...65 cm între butași pe rând, lungimea butașilor fiind de 18...20 cm.

În momentul de față, în România există firme cu licență cumpărată atât din Suedia cât și din Ungaria, există demersuri începute pentru autorizarea de pepiniere, însă, fără anumite programe naționale care să conducă la extinderea acestor plantații, și fără anumite subvenții care să impulsioneze realizarea unor investiții zonale de utilizarea biomasei rezultate, acestea nu pot concura piața europeană.

MATERIAL SI METODĂ

Rolul și importanța culturii plopului energetic

Speciile de plop cu un larg areal de vegetație în regiunile temperate ale emisferei de nord în special, dar și de sud ale Terrei, au constituit din cele mai vechi timpuri forme asociate sau integrate în agricultură.

Cultivatorii pământului au descoperit repede ușurința cu care se pot instala plopii pe cale vegetativă și au creat plantații pentru satisfacerea nevoilor gospodărești. La început s-au folosit doar specii locale, dintre care rolul principal a revenit plopului negru (*Populus nigra* L.). Introducerea în Europa, spre sfârșitul secolului al XVIII-lea, a plopilor negri americani (*Populus deltoides* Marsh.) și în America a plopului negru european (*Populus nigra* L), a determinat apariția hibrizilor acestor specii care au revoluționat formele tradiționale de cultură.

Diversificarea posibilităților de utilizare a lemnului de plop hibrid a încurajat crearea de plantații specializate.

Industria italiană de hârtie a fost prima care a folosit lemnul de plop în alte scopuri decât utilizările rurale tradiționale. La începutul secolului al XX-lea s-a urmărit în principal promovarea acelor tipuri de hibrizi care valorificau cel mai bine mediul de cultură și satisfăceau în mare măsură necesitățile unei economii în plină transformare. În această perioadă fabricile de hârtie foloseau tot mai mult lemnul de plop pentru pasta mecanică, consemnându-se, în același timp, popularizarea câștigurilor care se puteau obține prin plantarea "plopilor de Canada" (*Populus x canadensis* Mönch). Tot acum au început unele investigații științifice pentru identificarea și selecționarea de hibrizi mai performanți, dar și pentru găsirea de tehnologii de cultură și de protecție adecvate.

Dată fiind importanța tot mai mare care se acorda plopilor, în țările europene mai dezvoltate (Franța, Italia, Germania ș.a.) s-au amplificat cercetările, în acest domeniu, simțindu-se totodată nevoia constituirii unui for coordonator internațional.

Culturile energetice cu ciclu scurt de producție sunt o soluție modernă și eficientă pentru renaturarea unor zone degradate și pentru obținerea unei resurse energetice regenerabile.

Stocarea carbonului din bioxidul de carbon atmosferic în lemn duce la atenuarea efectului de seră care este o cauză majoră a schimbărilor climatice.

Aceste culturi oferă multe avantaje de mediu atunci când se realizează pe terenuri erodate sau terenuri improprie pentru culturi agricole.

Plopii, specii cu o largă răspândire pe glob, răspund în mare măsură necesităților actuale și de perspectivă ale societății umane și de aceea pot fi considerate specii "ale lumii, ale comerțului și ale viitorului", ele coevoluând cu omenirea.

One of the main objectives aimed in selection-improvement programs and poplar crop technology was an as high as possible production of wood obtained in a short time. Due to the extremely rapid growth, poplar crops shortly produce a substantial amount of wood that highly meets wood needs of society. The wood of these species, with special features, has many industrial uses:

- Timber and lightweight packaging;
- Fibro-wood boards and plywood;
- Veneers for furniture;
- Matches;
- Pulp and paper pulp;
- Rural building tree etc.

Lately, except the priority objectives of improvement selection of poplars stands also objectives relating to environmental protection, in particular for phytoremediation of land contaminated by sewage and heavy metal accumulation of nitrogen and phosphorus in the soil due to excessive fertilization in agriculture etc.

However, these species are used for the production of biomass energy to reduce groundwater pollution, using wastewater of human communities for irrigation and fertilization of renewable vegetative crops with shorter production cycles (2 ... 3 years), created as natural filter, on the one hand, and the use of wood in the production of clean energy, on the other hand. By their slender and elegant port, poplars are greatly cultivated in touristic areas to create an enjoyable landscape.

Poplar is highly recommended to achieve the protective forestbelts. The species of CLON San Lorenzo species reaches the size of 25...30 cm in diameter and 8 ... 12 m in height in a period of 6 ... 8 years. Through planting system recommended by the manufacturer, poplar crowns will overlap so that it will create almost a hedge very resistant to wind, blizzards, floods, etc.

In Figure 1 is shown a culture of energetic poplar [7].

Unul din principalele obiectivele urmărite în programele de selecție-ameliorare și în tehnologiile de cultură ale plopilor a fost producția cât mai mare de masă lemnoasă obținută într-un timp cât mai scurt. Datorită creșterilor deosebit de rapide, culturile de plop produc în scurt timp o importantă cantitate de masă lemnoasă ce satisface într-o măsură tot mai mare nevoile de lemn ale societății. Lemnul acestor specii, cu însușiri deosebite, are multiple utilizări industriale:

- cherestea și ambalaje ușoare;
- plăci fibro-lemnoase și placaje;
- furnire pentru mobilă;
- chibrituri;
- pastă pentru celuloză și hârtie;
- lemn pentru construcții rurale ș.a.

În ultima perioadă de timp, în afara obiectivelor prioritare de selecție-ameliorare a plopilor se remarcă și obiectivele care privesc protecția mediului, în special cele de fitoremediere a unor terenuri poluate cu deșeuri menajere sau cu metale grele, a unor terenuri cu acumulări de azot și fosfor în sol ca urmare a fertilizărilor excesive din agricultură ș.a.

Totodată, aceste specii sunt folosite pentru producerea de biomasă energetică, pentru diminuarea poluării pânzei freactice, utilizând apele reziduale ale comunităților umane pentru irigarea și fertilizarea unor culturi regenerabile vegetativ, cu cicluri scurte de producție (2...3 ani), create cu scop de filtru natural, pe de o parte, și pentru folosirea masei lemnoase în producerea energiei ecologice, pe de altă parte. Prin portul zvelt și elegant plopul sunt specii cultivate foarte mult în zone turistice pentru a crea un aspect peisagistic plăcut.

Plopul este foarte recomandat în realizarea de perdele forestiere de protecție. Astfel, specia de plop CLON San Lorenzo ajunge la dimensiuni de 25..30 cm diametru și 8...12 m înălțime într-o perioadă de 6...8 ani. Prin sistemul de plantare recomandat de producător, coroanele plopilor se vor întrepătrunde astfel încât se va crea practic un gard viu foarte rezistent la acțiunea vântului, viscolului, inundațiilor etc.

În figura 1 este reprezentată o cultură de plop energetic [7].



Fig. 1 - Energetic poplar culture [7]

The main advantages of energetic poplar cultivation are:

- Poplar can grow in warmer climates;
- Compared to other energy crops poplar culture is more resistant to disease;
- Poplar enters the woody cultivated biomass category, being the most frequently used for its light and malleable wood qualities.

RESULTS

Current technologies for establishing energy crops (poplar, willow) require the development of equipment

Principalele avantaje ale cultivării plopului energetic sunt:

- Plopul poate crește în condiții de climă mai caldă;
- Comparativ cu alte culturi energetice, cultura de plop este mai rezistentă la îmbolnăviri;
- Plopul intră în categoria biomasei lemnoase cultivate, fiind utilizat în mod frecvent pentru calitățile ușoare și maleabile ale lemnului.

REZULTATE

Tehnologiile actuale de înființat culturi energetice (plop, salcie) impun realizarea unor echipamente pentru:

for: culture set up, maintenance (mechanical weed combating, hoeing and applying solid chemical fertilizers) irrigation, respectively for chemical weed control and harvesting.

Herbicides equipment for energetic poplar culture

Equipment for total herbicide applying between rows by Garford Company in the UK (fig. 2) is an alternative for combating weeds mechanically [8].



Fig. 2 - Garford equipment for sprayer between rows [8]

Herbicides strip width is between 10 cm and 60 cm and protections can be adjusted by pivoting the spraying devices.

Equipment for herbicide between rows Garford is equipped with spray tanks full of substance with a capacity up to 400 liters, or tanks mounted in front of tractor, if more high work capacity is needed.

Multi-row sprayer equipment Tramas ULV Sprayer (fig.3) manufactured by Mankar is targeted for application with minimum consumption of material and minimal impact on the environment, in crops, lawns, etc. This equipment has two herbicide sections with a working width of 50 cm each disposed to the outside and a central section with a width between 70 and 110 cm in the center.

The main technical characteristics of the equipment Multi-row sprayer ULV Sprayer Tramas are presented in Table 1 [9].

înființat, întreținere (combaterea mecanică a buruienilor prășit și administrat îngrășăminte chimice solide) irigare, respectiv de combaterea chimică a buruienilor și recoltare.

Echipamente pentru erbicidarea culturii de plop energetic

Echipamentele pentru erbicidarea totală a buruienilor dintre rânduri realizate de firma Garford din Marea Britanie (fig. 2) reprezintă o alternativă la combaterea mecanică [9].

Lățimea benzilor ericidate este cuprinsă între 10 cm și 60 cm și poate fi reglată prin pivotarea protecțiilor dispozitivelor de stropit.

Echipamentele pentru erbicidare între rânduri Garford sunt dotate cu sisteme complete de pulverizare și cu rezervoare de substanță cu capacitatea de până la 400 litri, sau cu rezervoare montate în fața tractorului, dacă sunt necesare capacități mai mari de lucru.

Echipamentul de erbicidat Multi-row Tramas ULV Sprayer (fig.3) realizat de firma Mankar este destinat aplicării țintite, cu consum minim de substanță și impact minim asupra mediului, în culturi agricole, pajiști, pepiniere pomicole etc. Acest echipament are două secții de erbicidare cu lățimea de lucru de 50 cm fiecare dispuse către exterior și o secție centrală cu lățimea de lucru cuprinsă între 70 și 110 cm în centru.

Principalele caracteristici tehnice ale echipamentului de erbicidat Multi-row Tramas ULV Sprayer sunt prezentate în tabelul 1 [9]



Fig. 3 - Multi-row Tramas ULV Sprayer equipment [9]

Table 1

Technical characteristics of the Multi-row Tramas ULV sprayer equipment [9]

Characteristics	Value
Working width, cm	1 x 70...110 și 2 x 50
Pump type	dispensers, with 3 pistons
Nozzle number	4
Capacity of the liquid reservoir, l	3 x 6
Substance norm, l/ha	2...2.5 (nediluat)
Area covered. ha	9

The range of sprayers in strips Varidome S1, S3 and S5 (fig 4), manufactured by Micron Group provides protected herbicides with low volume crops or fruit [10].

Varidome sprayer equipment has protections that can be individually adjusted to allow treatment of various working widths, depending on the distance between rows.

The layout of the sprayer sections on the machine can be easily modified according to the culture on which treatment is applied.

The main technical characteristics of the Varidome sprayer equipment series are shown in Table 2.

Gama de echipamente de erbicidat în benzi Varidome S1, S3 și S5 (fig. 4), realizată de firma Micron Group asigură erbicidarea protejată, cu volum redus, a culturilor agricole sau pomicole [10].

Echipamentele de erbicidat Varidome au protecții care pot fi ajustate individual, pentru a permite tratamentul pe diverse lățimi de lucru, în funcție de distanța dintre rânduri.

Disponerea secțiilor de erbicidat pe cadrul mașinii poate fi ușor modificată în funcție de cultura la care se aplică tratamentul.

Principalele caracteristici tehnice ale echipamentelor de erbicidat din gama Varidome sunt prezentate în tabelul 2.



Varidome S1



Varidome S3



Varidome S5

Fig. 4 - Varidome sprayer equipment [10]

Table 2

Technical characteristics of the Varidome sprayer equipment [10]

Characteristics	Model		
	Varidome S1	Varidome S3	Varidome S5
Minimum tractor power, HP	50	100	120
Aggregation method with the tractor	Front and rear	Front and rear	Only rear
Distance between the rows, mm	80...800	170...700	
Working width, m	Up to 3	Up to 6	Up to 9
The capacity of the substance reservoir, l	100 or 200	singular: 400, 600 or 1000	singular: 600 or 1000
		double: 1800 (1050/750)	
The spraying system	Micron atomisers CDA (Controlled Droplet Application) or hydraulic spray heads	hydraulic spraying heads	
Substance norm, l/ha	50...100	100...200	
Productivity, ha/day	Up to 20	Up to 40	Up to 60

Versions in the Varidome range may be equipped with a secondary line for applying a selective herbicide in rows, using the system with two substance tanks (Micron's Dual tank, fig. 5). This allows conducting two

Modelele din gama Varidome pot fi echipate cu o linie secundară, pentru aplicarea pe rând a unui erbicid selectiv, utilizând sistemul cu două rezervoare de substanță (Micron's Dual Tank, fig. 5). Acest lucru

operations in a single pass, namely: the protected application of a total herbicide between rows and applying a selective herbicide in rows [10].

permite efectuarea a două operații la o singură trecere și anume: aplicarea protejată a unui erbicid total între rânduri și aplicarea unui erbicid selectiv pe rând [10].



Fig. 5 - Micron's Dual Tank System [10]

Hood Spray 915 equipment (fig.6) manufactured by Fabrication Willmar in the United States, has the design of the particular plant-protection coating provided to improve herbicide protection with various herbicides in cotton, soybean, corn, etc. The equipment can be manufactured in three ways: rigid, on which can be mounted 5 herbicide sections; folding the flaps, nine herbicide sections, foldable by overlapping, with 13 herbicide sections. In each embodiment it can be mounted to the frame four size protection devices (16, 22, 28 and 30 inches) [11].

The main technical characteristics of the Spray Hood 915 equipment are presented in Table 3.

Echipamentul Spray-Hood 915 (fig. 6) realizat de firma Willmar Fabrication din SUA, prin design-ul special al protecțiilor pentru plante oferă o acoperire îmbunătățită la erbicidarea protejată, cu diferite erbicide, în culturile de bumbac, soia, porumb etc. Cadrul echipamentului poate fi realizat în trei variante: rigid, pe care se pot monta 5 secții de erbicidare; pliabil prin rabatere, cu 9 secții de erbicidare; pliabil prin suprapunere, cu 13 secții de erbicidare. Pe fiecare variantă de cadru pot fi montate patru tipodimensiuni de protecții (16, 22, 28 și 30 inch) [11].

Principalele caracteristici tehnice ale echipamentului de erbicidat Spray-Hood 915 sunt prezentate în tabelul 3

Table 3

Technical characteristics of the Spray-Hood 915 equipment [11]

Characteristics	Value
Distance between the rows, mm	50.8...101.6
Pump type	centrifugal
Nozzle type	TeeJet
Pressure regulator	with solenoid valve 12V or manually
Transport width, cm	30.48...71.12
Height of ramp, cm	76.2...96.52
Capacity of the substance reservoir, l	567. 64 or 1135.3
Capacity of the water reservoir, l	35

Mankar sprayers equipment series has a number of advantages, namely:

- modular construction, all equipment using the same spraying system of electric atomizer type.
- low mass and small dimension of the sections of herbicides sections, including fluid reservoirs mounted individually on each section;
- the possibility of adapting the cultivators already in operation from farmers, being able to perform simultaneously two works, hoeing and herbicides applying, thus reducing working time and fuel consumption.

INMA conducted a conceptual design of a model of precision sprayer equipment in strips (fig. 7), MEP-0 assembly, which consists of the frame (pos. 1) on which the herbicide sections are mounted (pos. 2); wheels (pos. 3 and pos. 4) left / right of adjusting working

Echipamentele de erbicidat din gama Mankar prezintă o serie de avantaje și anume:

- construcția modulară, toate echipamentele utilizând același sistem de pulverizare de tip atomizor electric;
- mase și dimensiuni reduse ale secțiilor de erbicidare, inclusiv a rezervoarelor de lichid montate individual pe fiecare secție;
- posibilitatea adaptării pe cultivatoare aflate deja în exploatare la fermieri, putându-se executa în același timp două lucrări, prășire și erbicidare, reducându-se astfel timpul de lucru și consumul de combustibil.

În cadrul INMA a fost realizat proiectul de execuție a unui model experimental de echipament de erbicidat cu precizie în benzi (fig. 7), ansamblu MEP-0, este alcătuit din cadru (poz. 1) pe care se montează secții de erbicidare (poz. 2), roți (poz. 3 și poz. 4) stânga / dreapta de reglare a înălțimii de lucru, suport (poz. 5) pentru rezervorul de soluție, suport

height, support (pos. 5) for solution tank support (pos 6) for pump and hydraulic motor, support (pos 7) for distributor and liquid installation (pos. 8).

(poz. 6) pentru pompa și motorul hidraulic, suport (poz 7) pentru distribuitor și instalație de lichid (poz. 8).

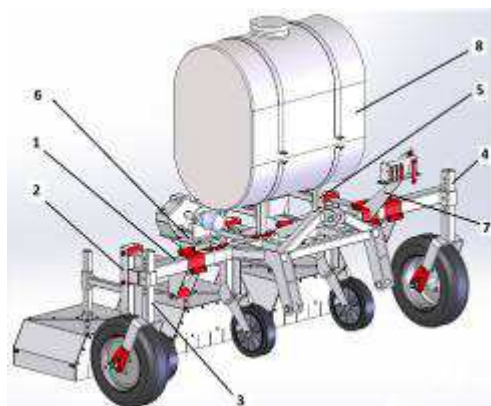


Fig. 7 - Experimental model for precision sprayer equipment into strips MEP-0

CONCLUSIONS

- By promoting energetic poplar culture will be achieved the indicators of development strategies targeting 20% energy independence for renewable sources by 2020;
- For chemical control of weeds between rows Garford Company in the UK and Micron Group Company in the USA and Willmar Fabrication Mankar company in Germany are in course of manufacturing equipment performing protected application of a herbicide in crops sown in rare rows.

REFERENCES

- [1]. Buhociu L., Buhociu C.A. (2010) - *Water and agriculture in the human development perspective*, www.econstor.eu/bitstream/10419/76855/1/749463643.pdf;
- [2]. Balázsi A. (2013) - *Biomass as a source of renewable energy, analysis of the technologies for obtaining energy from these*, http://urbanaodorhei.ro/dokumentumok/Informaciok/Biomasa_Ro.pdf;
- [3]. EC (2007) - *Green Paper From The Commission To The Council, The European Parliament, The European Economic And Social Committee and The Committee of the Regions - Adapting to climate change in Europe – options for EU action*;
- [4]. Cuculeanu V., Geicu A., Pătrășcoiu N. (2005) - *The potential impact of climate change on forest ecosystems in Romania*, Silvologie IV A, Publishing of Romanian Academy, Bucharest, pp. 57-73;
- [5]. Gheorghiu I.O. (2010) - *Climate change leading to a new energy strategy*, Romania post-crisis, IPID București Report, pp. 93-101;
- [6]. IPCC (2007) - *Fourth Assessment Report*, published by the IPCC Global on www.ipcc.ch/;
- [7]. ***www.agrointel.ro/
- [8]. *** www.garford.com/index.html
- [9]. *** www.mankarulv.com/
- [10]. *** www.micron.co.uk/varidome
- [11]. *** www.willmarfab.com/915

CONCLUZII

- Prin promovarea culturii de plop energetic se va realiza indicatorii din strategiile de dezvoltare și independență energetică care țintesc spre 20 % surse regenerabile până în 2020;
- Pentru combaterea chimică a buruienilor dintre rânduri firma Garford și firma Micron Group din Marea Britanie, Willmar Fabrication din SUA și firma Mankar din Germania au în fabricație echipamente care realizează aplicarea protejată a unui erbicid în culturi semănate în rânduri rare.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Buhociu L., Buhociu C. A. (2010) - *Apa și agricultura în perspectiva dezvoltării omenirii*, www.econstor.eu/bitstream/10419/76855/1/749463643.pdf;
- [2]. Balázsi A. (2013) - *Biomasa ca sursă de energie regenerabilă, analiza tehnologiilor de obtinere a energiei din aceasta*, http://urbanaodorhei.ro/dokumentumok/Informaciok/Biomasa_Ro.pdf;
- [3]. EC (2007) - *Carte verde a comisiei către consiliu, către parlamentul european, către comitetul economic și social european și către comitetul regiunilor - Adaptarea la schimbările climatice în Europa - posibilitățile de acțiune ale Uniunii Europene*;
- [4]. Cuculeanu V. Geicu A. Pătrășcoiu N. (2005) - *Impactul potențial al modificărilor climatice asupra ecosistemelor forestiere în România*, Silvologie IV A, Editura Academiei Române, București, pag. 57-73;
- [5]. Gheorghiu I.O. (2010) - *Schimbările climatice conduc la o nouă strategie energetică*, România post-criză, Raport al IPID București, pag. 93-101;
- [6]. IPCC (2007) - *Al patrulea Raport Global de Evaluare*, publicat de IPCC pe www.ipcc.ch/;
- [7]. ***www.agrointel.ro/
- [8]. *** www.garford.com/index.html
- [9]. *** www.mankarulv.com/
- [10]. *** www.micron.co.uk/varidome
- [11]. *** www.willmarfab.com/915

USING A FAST AND ACCURATE METHOD FOR THE DETERMINATION OF pH AND MAIN NUTRIENTS IN THE SOIL

UTILIZAREA UNEI METODE RAPIDE ȘI EXACTE PENTRU DETERMINAREA pH-ULUI ȘI A PRINCIPALILOR NUTRIENȚI AI SOLULUI

Eng. Găgeanu G., Ph.D. Eng. Marin E., Eng. Găgeanu I., Ph.D. Stud. Eng. Toderăș P.

INMA Bucharest / Romania

E-mail: geta_gageanu@yahoo.com

Abstract: For the soil, especially the one used in agriculture and horticulture, to achieve its basic function, namely food production, it takes a constant and correct evaluation of its fertility, which is the complex characteristic that provides water and nutrients for the plants in sufficient quantities and harmonious proportions. The main nutrients that are added, usually as fertilizers are: nitrogen, phosphorus and potassium. Knowing the pH value is of very great importance, in plant nutrition, because every species prefers certain conditions of acidity or alkalinity of the soil for a proper development. The paper presents a fast and accurate method of soil analysis (pH, nitrates, phosphates, potassium) for a greenhouse used to grow cucumbers. The results of the tests can be used by farmers to elaborate fertilization plans in order to use fertilizers rationally.

Keywords: soil, rapid test kit, pH, nitrogen, phosphorus, potassium.

INTRODUCTION

Achieving one of the most important functions of the soil, the production of phytomass (used as a raw material to obtain food, etc.), implies the existence of all the elements that give it a good fertility. To achieve that desideratum it is necessary that the soils are submitted to permanent evaluations showing the fertility property. These evaluations should be made by large farmers as well as by small farmers. Taking into account that by using classic methods, that take long time, high costs are reached, the tests based on kits for soil analysis are cheaper and easy to use by all farmers. Fertility is a soil property which ensures conditions for plant growing and developing by accumulating vegetation factors and ensuring conditions for the factors to be used in sufficient quantities. In agro-technical terms, a unitary, systemic approach of the soil fertility is important for its conservative modeling, by fertilization, with emphasis on the demands of crop plants. The need for soil nutrient supply is established on the basis of the soil agro-chemical analysis and establishing the deficiency of nutrients [5].

From the data supplied by ICPA, the soil quality in our country is rapidly degrading, thus the humus – the most valuable soil “ingredient” – has halved in just three decades. The agro-chemical study is in its essence a “diagnostic paper”, that analyzes the content of nutrients, pesticides and pollutants in the soil, and depending on deficit or surplus of minerals in the soil, establishes a “recipe” for the farmer, recommending it what substances to apply and in which quantities, as well as what plants to grow in order to obtain a maximum productivity.

Rezumat: Pentru ca solul, în mod special cel utilizat de agricultură și horticultură, să-și realizeze funcția de bază, producerea hranei, este nevoie de o permanentă și corectă evaluare a fertilității acestuia care este însușirea complexă de a pune la dispoziția plantelor apă și nutrienți în cantități suficiente și proporții armonioase. Principalii nutrienți care se adaugă, de obicei, sub formă de îngrășăminte sunt: azotul, fosforul și potasiul. Cunoașterea valorii pH-ului are mare importanță, în nutriția plantelor, întrucât fiecare specie preferă anumite condiții de aciditate sau alcalinitate a solului pentru buna dezvoltare. În lucrare este prezentată o metodă rapidă și exactă de analiză a solului (pH-ul, nitrați, fosfați, potasiu) dintr-o seră utilizată pentru cultura castraveților. Rezultatele experimentărilor pot fi utilizate de fermieri la întocmirea unor planuri de fertilizare în vederea folosirii raționale a îngrășămintelor.

Cuvinte cheie: sol, kit testare rapidă, pH, azot, fosfor, potasiu

INTRODUCERE

Realizarea uneia din cele mai importante funcții ale solului, producerea de fitomasă, (utilizată ca materie primă pentru obținerea alimentelor etc.), presupune existența tuturor elementelor care să-i confere acestuia o bună fertilitate. Pentru atingerea acestui deziderat este nevoie ca solurile să fie supuse unor permanente evaluări care să ateste însușirea de fertilitate. Aceste evaluări trebuie făcute atât de marii fermieri cât și de micii fermieri. Având în vedere că prin metode clasice, de durată, s-ar ajunge la niște costuri ridicate, testele pe bază de kituri pentru analiza solului sunt mai ieftine și ușor de utilizat de către toți fermierii. Fertilitatea este însușirea solului de a asigura condiții pentru creșterea și dezvoltarea plantelor prin acumularea factorilor de vegetație și asigurarea condițiilor pentru ca acești factori să fie folosiți în cantități suficiente. Din punct de vedere agrotehnic este importantă abordarea unitară, sistemică a fertilității solului în vederea modelării conservative a acesteia, prin fertilizare, cu accent pus pe cerințele plantelor de cultură. Necesitatea de aprovizionare a solului cu elemente nutritive se stabilește pe baza analizei agrochimice a solului și stabilirea elementelor nutritive care sunt în carență [5].

Din datele furnizate de ICPA, calitatea solurilor din țara noastră se deteriorează accentuat, astfel că humusul - cel mai valoros “ingredient” al solului - s-a înjumătățit în doar trei decenii. Studiul agrochimic este în esență o “foaie de diagnostic”, care analizează conținutul de nutrienți, pesticide și substanțe poluante din sol și în funcție de deficitul sau excedentul de minerale din sol, stabilește o “rețetă” pentru fermier, recomandându-i ce substanțe să administreze și în ce cantități, precum și ce plante să cultive ca să obțină o productivitate maximă.

Out of the 14.7 million hectares of agricultural land or of the 9.3 million hectares of arable land, about 7.5 million hectares have a humus deficit. Romania has low and very low phosphorus level on 6.3 million hectares, a low level of nitrogen on 5.1 million hectares and a very low potassium level on 788000 hectares. A thorough knowledge by the agronomist or horticulturist farmer on the theoretical and practical problems of the relationships between plant-soil-fertilizers, correlated with the control of the nutrient supply status is achieved by agro-chemical mapping. They allow the correction, on a scientific basis, of imbalances manifested in plant nutrition by judicious and differential applying fertilizer doses, thus obtaining crops with superior quality and quantity without degrading the environment [1].

Romania has harmonized the European Directives regarding chemical substances by the elaboration of a legislation regulating soil monitoring in agriculture, for example, Order 278/2011 approving the National Program on making the National System for soil-land monitoring for agriculture, that comprises the Program for the elaboration of pedological and agro-chemical studies for the period 2012-2021 [3] and Order 238/2011 approving the Methodology of preparation for pedological and agro-chemical studies, of the National and county soil-land monitoring system for agriculture, issue by the Ministry of Agriculture, Food and Forests regulating the organization, operation and subordination frame [4].

Each farm has to establish a fertilization system, for a particular crop rotation, that has to take into account a series of local factors, like:

- renewing the reserve of nutrients that are easily accessed by the plant in a balance ratio corresponding to the physical, chemical and biological soil particularities;
- the nutrition characteristics for the crop rotation plants;
- climatic conditions and crop suitability for each plant;
- technological particularities for each crop;
- composition and agro-chemical characteristics for the fertilizers that were used;
- organizational and economic measures on using, storing and applying fertilizers [2].

Plants water and minerals from the soil, carbon dioxide and oxygen from the air, and under the influence of light they transform all these minerals and gases into complex organic substances. Depending on their share in the plant, the minerals absorbed from the soil are divided in two large categories, macro-elements (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur) and microelements (iron, manganese, copper, zinc, boron, etc.). Each element has its own well defined role in the plant's complex mechanisms. The lack of one element can't be substituted by the presence of another. In other words, there are no elements more necessary or less necessary, they are all needed, in harmonious proportions. Nutrients in the soil are found in various shapes, tied in primary and secondary minerals (hardly found or unavailable), in the shape of exchangeable ions retained at the surface of clays or in organic substances (available, but harder), ions in the soil solution (very easy to assimilate). Soil analysis is very useful because it shows the fertility and supply rate of macro-elements (nitrogen, phosphorus, potassium), that have a well determined role in the complex mechanisms in the plant. Soil analysis is a complex matter because of the large variation in soil types and cultivated plants, therefore

Din cele 14,7 milioane hectare terenuri agricole sau 9,3 milioane terenuri arabile, circa 7,5 milioane hectare au deficit de humus. România are un nivel redus și foarte redus de fosfor pe 6,3 milioane hectare, un nivel redus de azot pe 5,1 milioane hectare și un nivel foarte redus de potasiu pe 788.000 de hectare. Cunoașterea temeinică de către fermierul agronom sau horticultor a problemelor teoretice și practice ale relațiilor dintre plantă, sol, îngrășăminte, corelate cu controlul stării de aprovizionare cu elemente nutritive se realizează prin cartări agrochimice. Acestea permit corectarea pe bază științifică a dezechilibrelor manifestate în nutriția plantelor prin aplicarea judicioasă și diferențiată a dozelor de îngrășăminte, astfel încât se pot obține recolte cantitativ și calitativ superioare, fără dereglarea mediului înconjurător [1].

România a armonizat Directivele Europene privind substanțele chimice prin elaborarea unei legislații care reglementează monitorizarea solurilor pentru agricultură, spre exemplu, Ordinul 278/2011 în care a fost aprobat Programul național privind realizarea Sistemului național de monitorizare sol-teren pentru agricultură, care cuprinde Programul privind elaborarea de studii pedologice și agrochimice pentru perioada 2012-2021 [3] și Ordinul nr. 238/2011 privind aprobarea Metodologiei întocmirii studiilor pedologice și agrochimice, a Sistemului național și județean de monitorizare sol teren pentru agricultură, emis de Ministerul Agriculturii, Alimentației și Pădurilor, care reglementează cadrul de organizare, funcționare, subordonare [4].

Fiecare fermă trebuie să-și stabilească un sistem de fertilizare, pentru un anumit asolament, care trebuie să țină seama de o serie de factori locali, printre care:

- reînnoirea rezervei de elemente nutritive ușor accesibile plantelor într-un raport de echilibru corespunzător cu particularitățile fizice, chimice și biologice ale solului;
- caracteristicile nutriției plantelor din asolament;
- condițiile climatice și favorabilitatea de cultură pentru fiecare plantă;
- particularitățile tehnologice ale fiecărei culturi;
- compoziția și caracteristicile agrochimice ale îngrășămintelor folosite;
- măsurile organizatorice și economice legate de utilizarea, păstrarea și aplicarea îngrășămintelor [2].

Plantele absorb din sol apa și minerale, din aer bioxid de carbon și oxigen, iar sub influența luminii transformă toate aceste minerale și gaze în substanțe organice complexe. În funcție de ponderea lor în plantă, mineralele absorbite din sol sunt împărțite în două mari categorii, macroelemente (azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu, sulf) și microelemente (fier, mangan, cupru, zinc, bor și altele). Fiecare element are rolul său bine determinat în mecanismele complexe din plantă. Lipsa unuia nu poate fi substituită de prezența altuia. Cu alte cuvinte, nu există elemente mai necesare sau mai puțin necesare, este nevoie de toate, în proporții armonioase. Nutrienții din sol se găsesc în mai multe forme, legați în mineralele primare și secundare (foarte greu sau deloc disponibili), sub formă de ioni schimbabili reținuți la suprafața argilelor sau în substanțe organice (disponibili dar mai greu), ioni în soluția solului (foarte ușor asimilabili). Analiza solului este deosebit de utilă pentru că ne arată fertilitatea și gradul de aprovizionare cu macroelemente (azot, fosfor, potasiu) care au rolul lor bine determinat în mecanismele complexe din plantă. Analiza solului este o problemă complexă datorită variației mari de tipuri de sol și de plante cultivate, motiv pentru care sunt promovate multe metode de analize

methods for agro-chemical analyses on soil properties, establishing the needs for chemical fertilizers, microelements, as well as the control of the fertilizations status are promoted [7].

Strong companies in the field have developed fast methods, kits, based on classic methods, for example: Neudorff from Germany produces a kit for measuring the pH of the soil [10], Hanna Instruments from USA produces a kit for the analysis of soil HI3896 for the determination of nitrogen, phosphorus, potassium and the pH [8], Martin Lisham from the UK commercializes a kit SK 200 for determination of pH, calcium carbonate (necessary lime), nitrates, phosphates, potassium [9].

The paper presents the rapid analysis of the soil (pH, N, P, K) using compressed reagents and extraction reagents from the component of a SK 200 kit produced by Martin Lishman, in order to establish the measures necessary to increase production and to improve the quality of a cucumber crop in a greenhouse.

The role of pH, N, P, K in growing vegetable in protected spaces:

- pH of the soil is an element that determines the capacity of plants to absorb nutrients from the soil;
- Nitrogen, N: has a plastic role, is a constituent in chlorophyll, is in the constitution of all proteins, favors cell multiplication, determines the crop yield, is element leading the growing process;
- Phosphorus, P: is essential for plant growth, in cellular division, in the development of the plant's root system, in fructification and forming of seeds, in early ripening, is a constituent in various compounds like oils and amino acids, is part of phospholipids, has a role in the carbohydrate metabolism.
- Potassium, K: plays an important part in the regulation of water regime in the plant, has a role in the synthesis and depots of carbohydrates, is responsible for activating more than 60 enzymes, is involved in the process of photosynthesis and in the transportation and storing of substances in the reserve organs (seeds, tubers, roots and fruits) and gives resistance to diseases, pests and storage [6].

Table 1 presents the quantities of mineral fertilizers recommended for the cucumber crop in dependence with the degree of soil assurance, g/m² active substance [11].

agrochimice privind proprietățile solului, stabilirea necesarului de îngrășăminte chimice, microelementelor cât și controlul stării de fertilitate. [7]

Firme puternice în domeniu, au dezvoltat metode rapide, pe bază de kituri, bazate pe metode clasice, spre exemplu: Neudorff din Germania produce un kit pentru măsurare pH în sol [10], Hanna Instruments din SUA fabrică o trusă de analize sol HI3896 pentru determinare azot, fosfor, potasiu și pH [8], Martin Lisham din Marea Britanie comercializează un kit SK 200 pentru determinare pH, carbonat de Calciu (var necesar), nitrați, fosfați, potasiu [9].

În lucrare este prezentată analiza rapidă a solului (pH, N, P, K) cu ajutorul reactivilor comprimați și a celor de extragere din componența unui kit model SK 200 produs de firma Martin Lishman, în vederea stabilirii măsurilor de sporire a producției și îmbunătățirea calității culturii de castraveți dintr-o seră.

Rolul pH, N, P, K în cultura legumelor în spații protejate:

- pH-ul solului este un element de care depinde capacitatea plantelor de a absorbi substanțele nutritive din sol;
- Azot, N: rol plastic, constituent al clorofilei, intră în constituția tuturor proteinelor, favorizează înmulțirea celulelor, determină randamentul recoltelor, elementul conducător al procesului de creștere;
- Fosfor, P: este esențial pentru creșterea plantelor, în diviziunea celulară, în dezvoltarea sistemului radicular, în fructificare și formarea semințelor, în coacerea timpurie. este constituent în diferiți compuși precum uleiuri și aminoacizi, intră în componența fosfolipidelor, are rol în metabolismul glucidelor;
- Potasiu, K: joacă un rol important în reglarea regimului hidric în celulă, rol în sinteza și depunerea glucidelor, este responsabil cu activarea a peste 60 de enzime, implicat în procesul de fotosinteză și în transportul și stocarea substanțelor în organele de rezervă (semințe, tuberculi, rădăcini și fructe) și conferă rezistență la boli, dăunători și la păstrare [6].

În tabelul 1 sunt prezentate cantitățile de îngrășăminte minerale recomandate pentru cultura de castraveți în dependență de gradul de asigurare a solului, gr/m² substanță activă [11].

Table 1

Quantities of mineral fertilizers recommended for the cucumber crop

Macroelement	Normal [g/m ²]	Minimal [g/m ²]
Nitrogen (N)	6.8...8.4	0...6.8
Phosphorus (P) P ₂ O ₅	23...45	0...23
Potassium (K) K ₂ O	13...23	0...13

MATERIAL AND METHOD

The analysis on the fertility status, nitrites, phosphates, potassium (NPK) was made with the purpose to correctly establish the need for fertilization and it required:

- taking representative soil samples;
- agro-chemical analysis of the soil samples;
- interpretation of the analysis compared to the recommended doses.

Using a soil analysis kit, model SK 200, produced

MATERIAL ȘI METODĂ

Analizarea stării de fertilitate, nitrați, fosfați, potasiu (NPK) s-a efectuat în scopul stabilirii corecte a nevoii de fertilizare și a presupus:

- recoltarea unor probe de sol reprezentative;
- analiza agrochimică a probelor de sol;
- interpretarea analizelor în raport cu dozele recomandate.

Au fost determinate experimental cu ajutorul unui kit de analiză sol, model SK 200, produs de firma Martin

by the company Martin Lishman from the UK, experiments were made to determine the content of nitrogen, phosphorus and potassium.

Testing the pH parameter was made visually with the pH Soiltester block.

The kit includes a simple test for the nitrogen in the soil (a parameter indicating the fertility). The results were clearly indicated in the red colored solution, made and measured in the Soiltester N / Mg / P block. The test for the phosphorus in the soil (a rare nutrient in many soils) gives data for the plant nutrition by the efficient growth of leaves and roots and is also based on soil extraction and color measuring using the Soiltester N / Mg / P block.

The potassium concentration was easily determined with the turbidimetric method.

Figure 1 shows the kit and its components.

Lishman din Marea Britanie: pH-ul, conținutul de azot, fosfor și potasiu.

Testarea parametrului pH-ul solului s-a efectuat vizual cu blocul pH Soiltester.

Kit-ul include un test simplu pentru azotul din sol (parametru cheie care indică fertilitatea). Rezultatele au fost indicate în mod clar de soluția colorată în roșu, produsă și măsurată în blocul Soiltester N / Mg / P.

Testul pentru fosforul din sol, (un nutrient rar în multe soluri) oferă date pentru nutriția plantelor prin creșterea eficientă a frunzelor și rădăcinilor, este de asemenea bazat pe extracția din teren și măsurarea colorimetrică cu blocul Soiltester N / Mg / P.

Concentrația de potasiu s-a determinat simplu și rapid cu metoda turbidimetrică.

În figura 1 este prezentat kitul cu componentele sale.



Fig. 1 – Soil analyse kit model SK 200, produced by Martin Lishman [9]



Harvesting (removal) of the samples was made according to STAS 7184/1-84 so that the result of the analyses won't be largely vitiated [12].

The soil samples used in the experimental determinations were taken from the INMA greenhouse, destined for a cucumber crop.

Soil samples were taken from 5 different places in the land destined for testing, following the sampling pattern in the shape of the letter W, complying with the sample harvesting standard.

In figure 2, an aspect during sample harvesting is shown.

Recoltarea, (prelevarea) probelor s-a efectuat conform STAS 7184/1-84 astfel încât să nu se poată vicia într-o mare măsură rezultatele analizelor. [12]

Probele de sol utilizate în determinările experimentale au fost prelevate din sera INMA, destinată unei culturi de castraveți.

Au fost recoltate probe de sol din 5 puncte ale terenului destinat testării, după modelul de eșantionare sub forma literei W respectând standardul de prelevare.

În figura 2 este prezentat un aspect din timpul recoltării probelor.



Fig. 2. – Aspect from the sample harvesting for the determination of basic nutrients

For each element (N, P, K), was performed: extraction in aqueous medium obtained from deionized water, filtering, forming the colored compound, transferring in the tester and reading on the color scale the correspondent concentration.

An aspect during the processing of samples for the determination of pH and basic nutrients (N, P, K) is shown in figure 3.

Pentru fiecare element în parte (N, P, K) s-a efectuat extracția în mediu apos obținut cu apă deionizată, filtrarea, formarea compusului colorat, transvazarea în tester și citirea pe scala de culori a concentrației corespunzătoare.

Un aspect din timpul prelucrării probelor pentru determinarea pH-ului și elementelor nutritive de bază (N, P, K) este prezentat în figura 3.



Fig. 3 - Aspect during sample processing

RESULTS

The results obtained after the soil analysis (pH, N, P, K) from a greenhouse with a cucumber crop are presented in table 2.

REZULTATE

Rezultatele obținute în urma analizei solului (pH, N, P, K) dintr-o seră cu cultură de castraveți sunt prezentate în tabelul 2.

Table 2

Macro elements content and pH for the soil tested at INMA

Element	pH	N [mg/l]	P [mg/l]	K [mg/l]
Soil from the INMA greenhouse	6.5	150	0	125

From the analysis of the results shown in table 2 it is observed that:

- After determining the pH, the soil is slightly acid, being adequate for the greenhouse culture of vegetables that prefer a soil with a pH between 6.5 and 7.
- A lack in phosphorus and a content of nitrogen and potassium situated at the inferior limit recommended for nutrients in the soil for the cucumber cultivation in a greenhouse.

It is recommended to supplement the nutrient deficit in the soil in order to obtain economically efficient crops.

CONCLUSIONS

- The farmers have the possibility to obtain rapid data on the pH and the basic macro elements in the soil (N, P, K), with the help of a portable physical-chemical analysis kit;
- In order to determine the pH and the basic macro elements in the soil (N, P, K), the operating personnel has to have basic knowledge in the field and know how to handle the laboratory utensils;
- Performing the testing will help farmers to draw up fertilization plans for the rational use of fertilizers.

Din analiza rezultatelor prezentate în tabelul 2 se observă că:

- în urma determinării pH-lui, solul este ușor acid, fiind corespunzător pentru cultura în seră a legumelor care preferă un sol cu un pH între 6,5 și 7;
- o lipsă a fosforului și un conținut de azot și potasiu situat limita la inferioară a recomandărilor privind nivelul de nutrienți în sol pentru cultura de castraveți în seră.

Se recomandă completarea deficitului de nutrienți în sol pentru obținerea unor recolte eficiente economic.

CONCLUZII

- Fermierii au posibilitatea de a obține date rapide despre pH și macroelemente de bază din sol (N, P, K), cu ajutorul unui kit portabil pentru analize fizico-chimice;
- Pentru determinarea pH-ului și a macroelementelor de bază din sol (N, P, K) personalul operator trebuie să aibă cunoștințe minime în domeniu și să știe să mănuiască ustensile de laborator;
- Efectuarea testării va ajuta fermierii la întocmirea unor planuri de fertilizare în vederea folosirii raționale a îngrășămintelor.

REFERENCES

- [1]. Dumitru M., Manea Al., ș.a. (2011) – *Monitoring the quality state of soil in Romania*, ICPA Bucharest Report , SITECH Publishing, Craiova;
- [2]. Dumitru M. (2005) – *Fertilization plan and evidence registry of fertilizers used in agricultural exploitations* , ICPA Bucharest, http://www.icpa.ro/Plan_Nutrienti/;
- [3]. MADR (2011) - *Order 238/27.12.2011 of MADR, on the approval of the frame regulation for the organization and functioning of the territorial offices for pedological and agrochemical studies, organization structure and attributions for these institutions*, Bucharest, www.madr.ro;
- [4]. MADR (2011) - *Order 278/09.12.2011 of MADR, on the approval for the National Program for the achieving of national System for soil-land monitoring in agriculture*, Bucharest, www.madr.ro;
- [5]. Rusu T. (1996) – *Testing the fertility status of soils*. The Office for Pedological and Agrochemical Studies Cluj, <http://www.ospacluj.ro/doc/Testarea-starii-de-fertilitate-a-solurilor.pdf>;
- [6]. Pohrib C., Petrache M. (2011) – *Modern technologies for growing early crops in greenhouses*, Printech Publishing, ISBN 978-606-521-748-5, Bucharest;
- [7]. Wacykiewicz M. (2007) – *About the soil and its analysis*, SC ECOBIOTEH SRL, http://www.analize-sol.ro/index_files/Page379.htm;
- [8]. <http://www.hannainst.ro/Seturi-de-teste-multiparametru/Set-de-teste-profesional-pentru-agricultur%C4%83-clD0-plD437.html>;
- [9]. <http://www.martinlishman.com>;
- [10]. <http://www.neudorff.de/en/.../soil-ph-test-kit.html>;
- [11]. *** - *Planting and taking care of cucumbers in greenhouses*, <http://www.agroconnect.md/>;
- [12]. STAS 7184/1-84 – *Soils. Harvesting samples for pedological and agrochemical studies*.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Dumitru M., Manea Al., ș.a. (2011) - *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, Raport ICPA București, Editura SITECH, Craiova;
- [2]. Dumitru M. (2005) - *Planul de fertilizare și registrul evidenței utilizării fertilizanților în exploatațile agricole*, ICPA București, http://www.icpa.ro/Plan_Nutrienti/;
- [3]. MADR (2011) - *Ordinul 238/27.12.2011 al MADR, privind aprobarea regulamentului cadru de organizare și funcționare a oficiilor de studii pedologice și agrochimice teritoriale, structura organizatorică și atribuțiile acestor instituții*, București, www.madr.ro;
- [4]. MADR (2011) - *Ordinul 278/09.12.2011 al MADR, privind aprobarea Programului național pentru realizarea Sistemului național de monitorizare sol-teren pentru agricultură*. București, www.madr.ro;
- [5]. Rusu T. (1996) - *Testarea stării de fertilitate a solurilor*. Oficiul pentru Studii Pedologice și Agrochimice Cluj, <http://www.ospacluj.ro/doc/Testarea-starii-de-fertilitate-a-solurilor.pdf>;
- [6]. Pohrib C., Petrache M. (2011) - *Tehnologii moderne de cultură a legumelor timpurii în sere și solarii*, Editura Printech, ISBN 978-606-521-748-5, București;
- [7]. Wacykiewicz M. (2007) - *Despre sol și analiza lui*, SC ECOBIOTEH SRL, http://www.analize-sol.ro/index_files/Page379.htm;
- [8]. <http://www.hannainst.ro/Seturi-de-teste-multiparametru/Set-de-teste-profesional-pentru-agricultur%C4%83-clD0-plD437.html>;
- [9]. <http://www.martinlishman.com>;
- [10]. <http://www.neudorff.de/en/.../soil-ph-test-kit.html>;
- [11]. *** - *Plantarea și îngrijirea castraveților în sere*, <http://www.agroconnect.md/>;
- [12]. STAS 7184/1-84 - *Soluri. Recoltarea probelor pentru studii pedologice și agrochimice*.

GOOD PRACTICES FOR SOIL AND WATER CONSERVATION

BUNE PRACTICI PENTRU CONSERVAREA SOLULUI SI A APEI DIN SOL

Ph.D. Eng. Neacșu F.

NHR AGROPARTNERS S.R.L / Romania
Tel: 0722.275.569; E-mail: florin.neacsu@vait.ro

Abstract: This paper is meant to review and recommend some works and machines which can contribute to improving the water infiltration, to reduction of evaporation and soil compaction. Subsoiling to break the hard pan, use of wide machines, combinations for more works in one single pass, control of traffic and autoguidance, schredding and spreading the vegetal remains on the soil, shallow preparation of stubble immediately after harvest are some ways to water conservation and reduce evaporation. Big capacity machines with wide tyres or tracks, IF (improved flexibility) or VF (very flexible) tyres which can use low pressure, avoidance of too much soil disturbance, auto section control, cover crops practice, soil leveling and light compaction to reduce the evaporation are only few possibilities to assure good and sustainable crops, with care to the soil, this fortune which has to be protected. Photos and machines are just as example; the offer of manufacturers being much wider.

Keywords: soil conservation, water conservation, drought, soil compaction, water evaporation, ponding

INTRODUCTION

Nowadays we are facing more and more the drought or water excess, two phenomena which extremely influence the plants growing and agricultural crops, in general. Therefore, the water accumulation into soil during rainy seasons and its conservation by reducing evaporation and weeds water consumption have become more and more present for farmers. On the other hand, in some areas with frequent precipitations, we are confronting to water bogging in field and even the impossibility of performing agricultural works in optimum periods. Thus, by carefully applying some basic principles, these unpleasant effects can be avoided.

SOIL LOOSENING AND WATER EVAPORATION REDUCING

In order to assure as much as possible precipitation water into soil, the soil has to be *loose and be protected by belts*, aiming to reduce wind speed and hamper water evaporation or snow sweeping off. It is well known that the strong dry wind makes the soil water evaporation process increasing up to 20 times. On the other hand, these protection belts enable a relatively uniform layer of snow covering, and after snow melting, the water is stored into the soil. At the same time, these belts create a favorable microclimate appropriate to plants growing. Unfortunately, these protection belts have almost disappeared, rarely they can be seen in fields, especially there where farmers have organized themselves and established their own belts. For solving this problem, it is necessary a program supported and coordinated at national level because the farmers are unable to act by their owns, especially when land does belong to different owners.

In order to stock the water into soil, the soil should be appropriately loose for storing the whole quantity of

Rezumat: Aceasta lucrare are menirea de a reaminti si recomanda anumite lucrari si masini care pot contribui la imbunatatirea infiltrarii apei in sol, la reducerea evaporarii si compactarii solului. Subsolaajul pentru spargerea hardpanului, folosirea masinilor cu latimi mari de lucru sau a masinilor combinate pentru efectuarea mai multor lucrari intr-o singura trecere, controlul traficului pe tarla si autoghidarea, tocarea si imprastierea pe sol a resturilor vegetale, dezmiristirea (prelucrarea superficiala a solului imediat dupa recoltare) sunt cateva cai pentru conservarea si reducerea evaporarii apei. Masini de capacitate mare, cu roti late sau cu senile, anvelope IF sau VF cu flexibilitate mare care pot lucra la presiune scazuta, evitarea unor lucrari care „deranjeaza” solul, controlul sectiunilor pentru evitarea suprapunerilor, practicarea culturilor de protectie, nivelarea si tasarea usoara a solului pentru reducerea evaporarii sunt numai cateva posibilitati pentru a asigura culturi sustenabile, si grija fata de sol, aceasta bogatie care trebuie protejata. Fotografiiile sunt doar ca exemplu, oferta producatorilor fiind mult mai larga.

Cuvinte cheie: conservarea solului, conservarea apei in sol, seceta, compactarea solului, evaporarea apei, baltire

INTRODUCERE

Ne confruntam din ce in ce mai des cu seceta sau cu excesul de apa, doua fenomene care influenteaza extrem de mult dezvoltarea plantelor si recoltele agricole. De aceea, problema inmagazinarii apei in sol in perioadele cu precipitatii si conservarea ei prin reducerea evaporarii si a consumului apei de catre buruieni, devine din ce in ce mai actuala pentru fermieri. Pe de alta parte, in unele zone cu precipitatii frecvente, ne confruntam cu baltirea apei pe camp si chiar cu imposibilitatea efectuarii lucrarilor agricole in perioadele optime. Aplicand cu grija cateva principii de baza, se pot evita sau reduce efectele acestor neplaceri.

AFANAREA SOLULUI SI REDUCEREA EVAPORARII APEI

Pentru ca sa se acumuleze in sol cat mai multa apa din precipitatii este nevoie ca solul sa fie *afanat* si sa existe perdele de protectie care sa reduca din viteza vantului si, deci, sa impiedice evaporarea apei sau *spulberarea* zapezii. Se stie ca vantul puternic si uscat poate determina cresterea procesului de evaporare a apei din sol de pana la 20 de ori. Pe de alta parte, aceste perdele de protectie favorizeaza asezarea zapezii in strat relativ uniform, iar dupa topirea acesteia apa se acumuleaza in sol. De asemenea, aceste cortine creeaza un microclimat favorabil dezvoltarii plantelor. Din pacate aceste predele de protectie aproape au disparut, rareori le mai vezi pe campuri, mai ales acolo unde fermierii s-au organizat si le-au reinfintat pe cont propriu. Pentru a rezolva aceasta problema este nevoie de un program sustinut si coordonat la nivel national, pentru ca fermierii nu au capacitatea de a actiona singuri, mai ales cand pamantul apartine diversilor proprietari.

Pentru ca apa sa se acumuleze in sol este necesar ca acesta sa se gaseasca intr-o stare de *afanare* corespunzatoare pentru a inmagazina intreaga cantitate

rainy water. Once a few years, it is important to perform a *scarifying* for breaking up the hard pan that forms at plowing depth, especially if soil is ploughed several years, one after other, at the same depth.

de apa cazuta. Este important sa se efectueze o data la cativa ani o *scarificare* pentru spargerea crustei dure (hard pan) care se formeaza la adancimea de arat, mai ales daca se ara mai multi ani la rand la aceeasi adancime.



Fig. 1 – Equipment for soil deep loosening Dondi 807 [www.dondinet.it]

Scarifier is equipment with chisel-type working parts, which can penetrate the soil up to big depth, usually of 50-70 cm, but it is not necessary to work at these depths if the soil is very compacted. Normally, it is enough to work at depths of 5-10 cm under the hardpan level, in order to break the crust and allow water to flow through capillaries. In order to assure a good work on the entire working length, it is advised to mount wings on scarifier chisels, wings aiming to break, displace, loosen and shred the soil. At the same time, it is very important to endow them with an aggressive teeth roller for breaking the clods and leveling the soil as a very important operation, because the more uneven the land is, the greater the water evaporation is. The roller can be also used for adjusting the working depth.

At the same time, soil loosening and leveling works can be performed with chisel, disc harrow, or plough. These works have an important role not only on water storing into soil, but also in controlling weeds, diseases and pests.

Loose soil has an essential part in storing water coming from precipitations and reducing water losses. It has been found that in plowed soil 64.4% out of water is infiltrating instead of unplowed soil, where only 9.2% is infiltrating, and evaporation losses increase from 13.7% up to 80.6% (V. Popescu, ICCPT Fundulea).

The rigorous researches performed at ICCPT Fundulea institute have demonstrated that, comparing to soil leveled surface, on uneven land surface the water loss through evaporation is up to 30% bigger. That is why; soil leveling and shallow compaction by means of a plane or Croskill roller can diminish the water evaporation. As a general rule, these rollers have great width, being able to work with high speed so that the fuel consumption is rather small.

Scarificatoarele sunt utilaje cu organe de lucru tip dalta care pot patrunde in sol la adancimi mari, in mod obisnuit de 50-70 cm, insa nu este necesar sa se lucreze la aceste adancimi decat daca solul este foarte compactat in adancime. In mod normal este suficient sa se lucreze la adancimi cu 5-10 cm sub nivelul hardpanului, ca sa sparga crusta si sa permita apei sa circule prin capilare. Pentru o lucrare buna pe toata latimea de lucru este bine sa se monteze pe daltile scaricatorului aripioare care rup, mobilizeaza, afaneaza si maruntesc solul. De asemenea este foarte important sa fie dotate cu un tavalug agresiv cu colti pentru spargerea bolovanilor si nivelarea solului, o operatie foarte importanta, deoarece se stie ca evaporarea apei este cu atat mai mare cu cat terenul este mai denivelat. Tavalugul poate fi folosit si pentru reglarea adancimii de lucru.

De asemenea se pot efectua lucrari de afanare si nivelare a solului si cu cizelul, cu grapa cu discuri sau cu plugul. Aceste lucrari au un rol important nu numai asupra inmagazinarii apei in sol, ci si in combaterea buruienilor, a bolilor si daunatorilor.

Solul afanat are un rol esential in inmagazinarea apei provenite din precipitatii si in reducerea pierderilor de apa. S-a constatat ca in solul arat se infiltreaza 64,4% din apa, pe cand in solul nearat doar 9,2%, iar pierderile prin evaporare cresc de la 13,7% la 80,6% (V. Popescu, ICCPT Fundulea).

Totodata, cercetari riguroase efectuate la ICCPT Fundulea au demonstrat ca fata de suprafata nivelata a solului, pe terenurile cu suprafata ondulata pierderile de apa prin evaporare sunt cu pana la 30% mai mari. De aceea, nivelarea si tasarea usoara a solului cu ajutorul unui tavalug neted sau Croskill, poate reduce evaporarea apei. De regula acestea au latimi mari si pot lucra cu viteza mare, astfel incat consumul de combustibil este destul de redus.



Fig. 2 – Rollmot roller of 9m [www.quivogne.fr]

REDUCTION OF SOIL COMPACTION

Another method for water conservation into soil is diminishing the soil compaction that enables water loss through fine capillaries. Following the researches, it has been determined that evaporation water losses are of 10-15% in a normally loosened soil and can reach up to 80% in a compacted soil. Therefore, it is recommended to use some combines with big wheels and maximum width or even with tracks, able to work at tyre low pressures so as *the tyres footprint in the soil* be as small as possible. The suspension tracks ensure a considerable comfort during work and a "smooth" movement, which is necessary for keeping the working position constant, especially when using equipment with bigger working width. In order to avoid soil damage at turnings by shearing the superficial layer, tracks having extremity rolls mounted higher, have been manufactured so that the shearing effect be almost removed.

REDUCEREA COMPACTĂRII SOLULUI

O alta metoda pentru conservarea apei in sol este reducerea compactării solului, care favorizează pierderea apei prin evaporare prin capilarele fine. Prin cercetări s-a determinat că pierderile de apă prin evaporare sunt de 10-15% într-un sol normal afanat și pot ajunge la 80% în solul compact. De aceea se recomandă folosirea unor combine cu roți mari și cu lățime maximă sau chiar cu senile, capabile să lucreze cu presiuni reduse în pneuri pentru ca *amprenta pe sol a anvelopelor* să fie cât mai mare și apăsarea pe sol cât mai mică. Senilele cu suspensie asigură un confort deosebit în timpul lucrului și o deplasare "netedă" necesară pentru păstrarea constantă a poziției de lucru în special când se folosesc utilaje sau echipamente cu lățimi mari de lucru. Pentru evitarea distrugerii solului la întoarceri prin forfecarea stratului superficial, au fost realizate și senile cu rolele de la extremități montate mai sus, astfel încât efectul de forfecare este aproape eliminat.



Fig. 3 – New Holland CR10.90 tracks combine [www.newholland.com]

At the same time, the *traffic control* in the field by using the automated guiding systems and combined machines with big working width contribute not only to water conservation but also diminish costs necessary for leveled soil preparation and preparing the development conditions for the next crop. As for auto-guiding, there are several technical solutions, with different precision degree, acceptable according to operation performed. We may dispose of a simple monitor which indicates the direction that the operator should maintain, then electric systems mounted on steering wheel, which maintain themselves the direction without operator intervention, or even complex intelligent heaving systems endowed with hydraulic valves commanding the direction, turning sensors, navigation computer, correction signal etc., achieving up to 1-2 cm precision among two passes and from a year to another. The auto-guider will guide the equipment on the same footprint in each step of production cycle, keeping permanent footprints and substantially diminishing soil compaction in roots developing areas.

Totodată, *controlul traficului* pe câmp prin folosirea sistemelor de ghidare automată și a mașinilor combinate și cu lățimi mari de lucru contribuie la conservarea apei, dar și la reducerea costurilor pentru mobilizarea solului tasat și pentru pregătirea condițiilor de dezvoltare pentru cultura următoare. Pentru autoghidare există mai multe soluții tehnice, cu precizii diferite, acceptabile în funcție de lucrarea efectuată. Putem avea un simplu monitor care indică direcția pe care trebuie să o mențină operatorul, apoi sisteme electrice montate pe volan, care mențin singure direcția fără intervenția operatorului sau sisteme complexe, de virare inteligentă a mașinii agricole, cu valve hidraulice care comandă direcția, senzori de viraj, computer de navigație, semnal de corecție etc., ajungând până la precizii de 1-2 cm între două treceri și de la an la an. Sistemul de autoghidare va ghida echipamentul pe aceleași urme în fiecare pas al ciclului de producție, păstrând urme permanente și reducând substanțial compactarea solului în zonele de dezvoltare a rădăcinilor.



Fig. 3 – Accessories for satellite auto-guiding of tractors and combines [www.newholland.com]

Except satellite guiders, as for combines there are also available auto-guiding systems depending on stubble contour, being equipped with laser or tracers which follow the plants row.



Fig. 4 – Alternative systems for combines autoguiding (with laser-left, with tracers-right) [www.newholland.com]



At the same time, it should be used *transfer trailers* for taking over the cereals from the combine to lorry or trailer. These are trailers of big capacity, of 20 - 40 m³ and are endowed with wide wheels for the same purpose. They can transfer rapidly the cereals, the unloading speed being of 10-15 m³ per minute. Thus, it is no more necessary that transporting trailers enter the field and compact the soil or even sink into the soil when it is wetter, or the combine displaces till the unloading place. The unloading can be performed during the movement. So, we can achieve both things: reducing compaction and increasing harvesting combine competitiveness by over 25%. Other said, we can harvest the same surface with 3 combines instead of 4. Reducing the compaction is also benefic on fuel consumption diminishing during soil loosening.

De asemenea, folosirea *remorcilor de transfer* pentru preluarea cerealelor de la combina pana la camion sau remorca este foarte recomandata. Acestea sunt remorci cu capacitate mare de 20 - 40 m³ si sunt prevazute cu roti late din aceleasi considerente. Ele pot transfera cerealele rapid, viteza de descarcare fiind de 10-15 m³ pe minut. Astfel nu mai este necesar ca remorcile de transport sa intre pe camp si sa taseze solul sau chiar sa se afunde in sol in cazul unui teren mai umed, sau combina sa se deplaseze pana la locul de descarcare. La acestea descarcarea se poate face din mers. Deci putem "impusca" doi iepuri: reducerea compactarii si cresterea productivitatii combinelor de recoltat cu peste 25%. Cu alte cuvinte se poate recolta aceeaasi suprafata cu 3 combine in loc de 4! Reducerea compactarii are efecte benefice si asupra reducerii consumurilor de carburant la lucrarea de afanare.



Fig. 5 – Transfer trailer Guestrower GTU 25 [www.guestrower-lmb.de]

It is very important that *straws* be *chopped and scattered* on soil surface, assuring a protection layer which hampers water evaporation and even more, ensures organic matter supply which improves soil fertility.

Este foarte important ca *paiele* sa fie *tocate si imprastiate* pe suprafata solului, asigurand un strat protector care impiedica evaporarea apei si, in plus, asigura un aport de materie organica care imbunatateste fertilitatea solului.



Fig. 6 – Straw chopper of New Holland combines [www.newholland.com]

It is an error to intensively use all the soil resources without replacing them, even though in certain situations, all the vegetal wastes remained on the soil are gathered for being transformed in energetic materials. The soil becomes poorer and after few years its productivity gets considerably lower. For stopping this phenomenon, the *green crops* should be extended, taking into account the nitrogen supply brought by them, protecting the soil against erosion and water evaporation and which, in spring should be incorporated into soil as natural fertilizer. These plant roots contribute to form small channels in soil, favourable for soil aeration and water circulation on vertical, and decomposing organic matter improves soil nutritive qualities. Furthermore, these cultures are benefiting of subsidies through The Agro-Environment program.

Straw and vegetal wastes burning is not recommended, not only because of pollution and possible fires endangering, but especially due to the fact that by burning all the organic matter which incorporated in soil superficial layer could bring a nutritive supply for the subsequent crop, is turned to ashes, mineral substances depriving the soil.

Especially after corn or sunflower crops, *vegetal wastes choppers* can be used. The choppers cut the vegetal wastes, chop them and incorporate them in soil superficial layer, enabling organic substance decomposing and thus, improving soil quality. At the same time, this mulch layer protects the soil against erosion determined by raindrops impact on soil. Another advantage of vegetal wastes chopping is eliminating diseases and pests surviving in remaining stems. Some parasites, such as corn borer, field snails, mice, are controlled and vascular withering is eliminated.

Este o eroare folosirea intensiva a tuturor resurselor solului fara a pune nimic in loc, chiar daca in unele situatii se aduna cu scopuri nobile toate resturile vegetale ramase pe sol, pentru a le transforma in materiale energetice. Solul saraceste si in cativa ani potentialul sau productiv scade considerabil. O alternativa ar fi extinderea *culturilor verzi*, pe cat posibil culturi care sa aduca un aport de azot, protejand in acelasi timp solul impotriva eroziunii si a evaporarii apei si care in primavara sa fie incorporate in sol ca ingrasamant natural. Radacinile acestor plante contribuie la formarea unor canale minuscule in sol, favorabile pentru aerisirea solului si pentru circulatia apei pe verticala, iar materia organica care se descompune imbunatateste calitatile nutritive ale solului. In plus aceste culturi beneficiaza si de subventii prin programul de Agro-Mediu.

In niciun caz nu este recomandata arderea paielor si a resturilor vegetale, nu numai din punctul de vedere al poluarii mediului si riscului de incendii, ci mai ales pentru ca prin ardere toata materia organica, care incorporata in stratul superficial al solului ar putea aduce un aport nutritiv pentru cultura urmatoare, este transformata in cenusa, in substante minerale care saracesc solul.

Se pot folosi, in special dupa porumb sau floarea soarelui, *tocatori de resturi vegetale*. Ele taie de jos resturile vegetale, le toaca si le incorporeaza in stratul superficial al solului, favorizand descompunerea substantelor organice si, deci, imbunatatind calitatea solului. De asemenea acest strat de mulci protejeaza solul impotriva eroziunii datorate vantului si ploii si impiedica formarea crustei datorate impactului picaturilor de ploaie pe sol. Un alt avantaj al tocarii resturilor vegetale este eliminarea bolilor si daunatorilor care supravietuiesc in tulpinile reziduale. Se combat unii paraziti ca sfredelitorul porumbului, melcii de camp, soarecii si se elimina fusarioza.



Fig. 7 – Vegetal wastes chopper Muething MU 250 [www.muething.com]

Immediately after harvesting, for enabling the water to infiltrate into soil and reducing evaporation, a superficial soil work, namely *stubble ploughing* must be performed. By drying the soil surface layer forms an obstacle which hinders the water elevation through capillaries and its loss

Imediat dupa recoltare, pentru favorizarea infiltrarii apei in sol si reducerea evaporarii, trebuie facuta o lucrare superficiala a solului, cunoscuta ca o operatie de *dezmiristire*. Stratul de la suprafata solului, prin zvantare, formeaza un obstacol ce impiedica ascensiunea capilara

by evaporation. In hot weather conditions, when cereals are harvested, if stubble plowing is delayed by a couple of days, then a big quantity of water will be lost and the preparation works will be performed very hard and with exaggerated fuel costs.

Therefore, the stubble ploughing after the harvesting is a benefic solution. This is a superficial work aiming to incorporate the vegetal wastes from soil surface (mulching), and weed seeds and the seeds coming from harvesting loss, favoring the germination and enabling the weeds destroying. But, the crust breaking up is the most important thing, leading to water evaporation. This operation can be done at 3-6 cm depth with a combiner with wings and a heavy roller or with a short disc harrow, with roller so as the distance between discs be smaller than at a X or V harrow (about 12.5 cm) and the soil should be superficially prepared on the whole working length.



a apei si pierderea ei prin evaporare. Pe caldurile din perioada recoltarii cerealelor este suficient sa intarziem cateva zile cu dezmiristirea si o mare cantitate de apa este pierduta, iar lucrarile de pregatire se vor efectua cu mare greutate si cu consumuri de combustibil exagerate.

De aceea dezmiristirea imediat dupa recoltare este o solutie benefica. Aceasta este o lucrare superficiala prin care stratul de resturi vegetale de la suprafata solului este incorporat superficial (mulcire), iar semintele de buruieni si semintele provenite din pierderile de la recoltare sunt incorporate favorizand germinarea si facand mai usoara distrugerea buruienilor. Dar mai importanta decat acest lucru este distrugerea crustei, ceea ce reduce evaporarea apei. Aceasta operatie se poate face la o adancime de 3-6 cm cu un combinator cu aripioare si tavalug greu sau cu o grapa cu discuri scurta, cu tavalug, pentru ca distanta intre discuri este mai mica decat la o grapa in X sau V (cca 12,5 cm) si solul se mobilizeaza superficial pe toata latimea de lucru.



Fig. 8 – Syncro 3003 combiner and Terradisc 5001K and disc harrow from Poettinger [www.poettinger.com]

After weeds and self-sown plants spring, they can be controlled with an herbicide or during the soil preparation for straw cereals sowing. The soil preparation can be performed with the same equipment, this time without wings, which can penetrate till 20-30 cm depth. It can be also used the short disc harrow of Terradisc-type from 10-15 cm depth with heavy roller. Keeping the soil clean without weeds is very important, favoring the water saving. It is well known that weeds consume more water than cultivated plants.

After superficially preparing the soil, we can use directly a sowing machine, able to work in mulch, such as Terrasem, endowed with disc batteries, a settlement wheel and a sowing machine with shares with discs. It is very important that the sowing system could copy the land configuration and be able to assure a constant sowing depth, after which settle the soil over the seeds incorporated and let the land leveled.

Dupa rasarirea buruienilor si a samulestrei, acestea se pot controla cu un erbicid sau odata cu lucrarea de pregatire a solului pentru semantul paioaselor. Pregatirea terenului se poate face cu acelasi utilaj, de data aceasta fara aripioare, putand patrunde la nevoie pana la o adancime de 20-30 cm. Se poate folosi si o grapa cu discuri scurta tip Terradisc la 10-15 cm adancime, cu tavalug greu. Pastrarea solului curat si fara buruieni este foarte importanta, favorizand economisirea apei. Se stie ca buruienile consuma mult mai multa apa decat plantele cultivate.

Dupa pregatirea superficiala a solului se poate intra direct cu o semanatoare care poate lucra in mulci, cum ar fi Terrasem, prevazuta cu baterii de discuri pentru prelucrarea solului, un tren de roti de tasare si o semanatoare cu brazdare cu discuri. Este foarte important ca partea de semant sa poata copia configuratia terenului si sa fie capabila sa asigure o adancime constanta de insamantare, dupa care sa taseze solul deasupra semintelor incorporate in sol si sa lase un teren nivelat in spate.



Fig. 9 – Terrasem C8 sowing machine in mulch [www.poethinger.com]

For fertilizing and phyto-sanitary treatments it is recommended to use large working width machines for having a reduced number of passages. Automated guiding systems in combination with systems of

La fertilizat si tratamente fitosanitare este recomandat sa se foloseasca masini cu latimi mari de lucru pentru a avea un numar cat mai redus de treceri. Sistemele de ghidare automata si in combinatie cu sistemele de

weighing and automating adjusting the fertilizer quantity distributed or with systems which automatically control the ramps sections of herbicide applying machines (for automatically close the sections in case of overlapping due to plot shape) contribute to precision of works; eliminate the losses by overlapping and assure a high quality work with efficient use of pesticide quantity.

cantarire si reglare automata a cantitatii de ingrasamant distribuite sau de control automat al sectiunilor rampelor masinilor de erbicidat (pentru inchiderea automata a sectiunilor in cazul suprapunerilor necesare datorate formei parcelei) fac ca lucrarile sa fie mai precise, pierderile prin suprapuneri sau gresuri sa fie eliminate, asigurand in final o calitate excelenta a lucrarii efectuate si reducerea si folosirea eficienta a cantitatii de pesticide.



Fig. 10 – Auto-guiding and control of sections of fertilizers applying machine Bogballe M3W Plus and herbicide applying machine Alpha Evo 4001i [www.bogballe.com; www.hardi-international.com]

For spring crops, the soil turning with disc harrow should be eliminated, because it favors water loss. The soil preparation must be performed by a single passage with a combiner for preparing the germinating bed, at the respective sowing depth. The quantity of water losses by disc harrowing is at least double comparing to combiner's. At the same time, it should be avoided to enter the field when soil is too humid.

La culturile de primavara trebuie eliminata rascolirea solului cu grapa cu discuri, care in afara unei calitati discutabile a pregatirii terenului favorizeaza si pierderea apei. Pregatirea terenului trebuie facuta printr-o singura trecere cu un combinat pentru pregatit patul germinativ, la adancimea de semanat. Cantitatea de apa pierduta prin lucrarea cu grapa cu discuri este cel putin dubla fata de cea cu combinat. Totodata trebuie evitata intrarea pe camp cand solul este prea umed.



Fig. 11 – Combiner Einboeck Vibrostar of 6 m [www.einboeck.at]

At the same time, depending on the quantity of water in soil, it should be decided which crops to establish, the density per hectare, to choose varieties or hybrids with growing period appropriate to water quantity and rain and temperature weather report and to take into account the previous plants cultivated and set the quantity of fertilizers per hectare and where is possible, to suitably irrigate.

De asemenea, in functie de cantitatea de apa din sol trebuie sa stabilim cultura pe care o infiintam, densitatea la hectar, sa alegem soiuri sau hibrizi cu o perioada de vegetatie corelata cu cantitatea de apa si cu prognoza precipitatiilor si temperaturilor in perioada de vegetatie, sa tinem cont de plantele premergatoare si sa stabilim cantitatea de ingrasaminte la hectar si acolo unde este posibil sa irigam cu o norma de apa corespunzatoare.

CONCLUSIONS

For having better production, we must use all the methods which contribute to stock into the soil the entire quantity of water coming from precipitations and avoid bogging and also eliminate water evaporation. Also, knowing the water stock quantity in the soil helps us to establish the most appropriate technological methods for the respective crop, in order to ensure a good harvest.

REFERENCES

- 1]. www.newholand.com; www.nhr.ro; www.newhollandromania.ro
- [2]. www.poettinger.at
- [3]. www.guestrower-lmb.de
- [4]. www.dondinet.it
- [5]. www.quivogne.fr
- [6]. www.bogballe.com
- [7]. www.hardi-international.com
- [8]. www.muethimg.com
- [9]. www.einboeck.at
- [10]. Popescu V (2007) – *Role of mechanical works in water stock into the soil*, Revista Lumea Satului Publishing no.3.

CONCLUZII

Pentru a avea productii bune, trebuie sa folosim toate mijloacele care contribuie la inmagazinarea in sol a intregii cantitati de apa provenita din precipitatii si la evitarea baltirii si sa eliminam caile de pierdere a apei prin evaporare, iar cunoasterea situatiei privind rezerva de apa din sol ne ajuta sa stabilim cele mai potrivite verigi tehnologice pentru cultura respectiva, pentru a asigura conditiile pentru obtinerea unei recolte bune.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. www.newholand.com; www.nhr.ro; www.newhollandromania.ro
- [2]. www.poettinger.at
- [3]. www.guestrower-lmb.de
- [4]. www.dondinet.it
- [5]. www.quivogne.fr
- [6]. www.bogballe.com
- [7]. www.hardi-international.com
- [8]. www.muethimg.com
- [9]. www.einboeck.at
- [10]. Popescu V (2007) - *Rolul lucrarilor mecanice in conservarea apei in sol*, Revista Lumea Satului nr.3.

SECTION 3

FOOD INDUSTRY

DEVELOPMENT OF AN IMAGE ANALYSIS TOOLBOX FOR THE SCILAB SOFTWARE

DESENVOLVIMENTO DE UM TOOLBOX PARA ANÁLISE DE IMAGENS
PARA O SOFTWARE SCILABS.R. Neto M.N.⁽¹⁾, Ph.D. S.R. Lino A.C.L.⁽¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Dal Fabbro I.M.⁽¹⁾¹⁾IAC, Jundiaí, SP / Brazil; ²⁾Faculty of Agricultural Engineering, UNICAMP, Campinas, SP / Brazil
Tel: +55 19 3521-1059; E-mail: inacio@feagri.unicamp.br

Abstract: *The objective of this study was to develop a toolbox for image processing for free software SCILAB 4.11, to meet the needs of the imaging lab, LabImagem, of the Engineering and Automation Center of the IAC. The "IAC LabImagem toolbox" arose from the merger of two other toolbox for image analysis, SIP and SIVP, maintaining their facilities, but without the need to install ImageMagick and OpenCV programs, required by them respectively. Furthermore, combined into a single of the two toolbox libraries by eliminating redundant functions. As a result reduced the complexity of installation by allowing its use by less experienced users. Examples of the applications these tools are presented.*

Keywords: Free Software, SIP, SIVP

INTRODUCTION

Image processing has as objective to draw information from digital images by means of computer analysis. Resulting data are applicable to medical science, robotics, and meteorology, agricultural engineering, etc [2], [4] state that one of remarkable characteristic of that area is close associated to complexity because image processing is based on sophisticated mathematical as well as computational concepts of image processing which implementation represents a major challenge, especially if Fortran or C languages are used. As a consequence that area remains restricted to a small community to scientists and computer programming specialists.

The same authors also mention that the difficulties involved in developing software and the advances in the hardware capacities give rise to a recent tendency in elaborating language prototypes of easy use from which solution to the problems are easily to develop as well as to validate. As soon as a solution works adequately, the final application can be compiled in a traditional language as C. Although, many routines available in that environment can be incorporated without needing to write a new program.

The authors also emphasize that the software applied to these solutions in the science, engineering and industry include the MATLAB a very popular, and however they are expensive. Nevertheless the alternatives, as Octave, Python, and Scilab are free software.

The Scilab is an interactive platform addressed to numerical solutions which generates a powerful computational environment for engineering, as well as to scientific applications. It was created in 1990 by researchers associated to the INRIA (*Institut de Recherche en Informatique et en Automatique*) and the ENPC (*École Nationale des Ponts et Chaussées*), through the Project MÉTALAU (*Méthods, algorithmes et logiciels pour l'automatique*). Currently it is developed and maintained by the Scilab Consortium, founded in May of 2003 [11].

The Scilab accounts with hundreds of defined functions, allowing also the addition of programs written in

Resumo: Este trabalho teve por objetivo desenvolver um *toolbox* para tratamento de imagens para o software livre SCILAB 4.11, para atender às necessidades do Laboratório de Imagens, LabImagem, do Centro de Engenharia e Automação do IAC. O "LabImagem IAC *toolbox*" surgiu da fusão de dois outros *toolbox* para análise de imagens, o SIP e o SIVP, mantendo as suas funcionalidades, porém sem a necessidade de instalar os programas ImageMagic e OpenCV, requeridos respectivamente por eles. Além disso, ele uniu em uma única as bibliotecas dos dois *toolbox*, eliminando a redundância de funções. Como resultado diminuiu a complexidade de instalação permitindo a sua utilização por usuários com menor experiência. Exemplos da utilização desta ferramenta são apresentados.

Palavras-chave: Software Livre, SIP, SIVP

INTRODUÇÃO

O processamento digital de imagens, conhecido também como processamento de imagens, é uma área de concentração do conhecimento humano, que tem como objetivos a manipulação e análise de imagens por computador visando a extração de informação destas. Os recursos disponibilizados pelo processamento de imagens são utilizados em várias atividades, entre as quais estão a medicina, a robótica e a meteorologia [2], [4] afirmam que uma das característica marcante nesta área é a sua grande complexidade, pois muitas técnicas de processamento de imagem são baseadas em conceitos matemáticos e computacionais sofisticados, cuja implementação se torna um grande desafio, especialmente com as linguagens tradicionais, como C ou Fortran. Como consequência, esta área ficava restrita a uma pequena comunidade de cientistas e especialistas em programação.

Os mesmos autores citam também que as dificuldades que envolvem o desenvolvimento de software em geral e os avanços na capacidade dos hardwares deu origem a uma tendência bastante recente na programação que é fazer protótipos em linguagens fáceis de usar, onde soluções para um determinado problema são facilmente desenvolvidos e validados. Uma vez que uma solução funciona adequadamente, a aplicação final pode ser escrito em uma linguagem compilada tradicional, como C. Além disso, podem incorporar muitas funcionalidades disponíveis nesses ambientes sem ter que reescrever tudo.

Eles ainda comentam que entre os softwares mais populares (e caros) para este tipo de solução está o Matlab, muito utilizado na ciência, engenharia e indústria. Mas que felizmente há alternativas de softwares livres, como Octave, Python, e Scilab.

O Scilab é uma plataforma interativa para computação numérica proporcionando um poderoso ambiente computacional para a engenharia e aplicações científicas. Criado em 1990 por pesquisadores pertencentes ao INRIA (*Institut de Recherche en Informatique et en Automatique*) e à ENPC (*École Nationale des Ponts et Chaussées*), através do Projeto MÉTALAU (*Méthods, algorithmes et logiciels pour l'automatique*). Atualmente é desenvolvido e mantido pelo Consórcio Scilab, formado em maio de 2003 [11].

Possui centenas de funções pré-definidas. Além disso, programas escritos em várias linguagens (FORTRAN, C,

a variety of languages as (FORTRAN, C, C++, JAVA). The software exhibits sophisticated data structure as lists, polynomials, rational functions and linear system, as well, an interpreter and a high level programming language.

The environment was conceived as an open system, allowing the user to define new types of data as well as to carry operations on them, offering the possibility of iterative usage or programming from separate archives (script or macro).

Since 1994, the Scilab came to be available at the internet as free and open source of software. In addition to the distribution with open source, precompiled Scilab is available for several operational systems. The software also works easily with matrices needing not to create loops, which turns it adequate for image processing.

The pertinent literature discloses several reports of research work carried on image processing supported by the Scilab. The quantification of muscles, subcutaneous as well as intramuscular fat in pork meat from magnetic resonance is reported by [10]. The application of projection moiré with phase shift to generate three dimensional models of fruits and vegetables is reported by [7] and to describe soil surface topography [9]. [5] report the application of the same process to facial recognition from digital images.

[1] emphasizes the Scilab exhibits a powerful structure and appreciable modeling and simulation capacities, including for scientific applications of virtual reality, showing also an extensive library directed to image processing, as SIP (Scilab Image Processing Toolbox), IPD (Image Processing Design Toolbox), SIVP (Image Processing and Video Processing, CGLAB (Computational Geometry Algorithms Library) etc.

SIP (SCILAB Image Processing) is a complete, usable and free Toolbox associated to the Scilab which is able to read more than ninety image archive format, including JPEG, GIF, BMP and PNG. It can carry filtration, border detection, segmentation, thresholding, histograms, math morphology, color image processing, etc. Such operations can be employed in real applications since vehicular movement, up to automatic medical diagnosis [4].

SIVP (*Scilab Image and Video Processing Toolbox*) is a set of tools conceived for researchers and academicians, being a useful, efficient and free toolbox able to process image and video for the Scilab. Nowadays it is being used for many researchers [12]. The same authors state that the SIP development was based on the ImageMagic, which is not good enough for image processing for research. Based on that the SIVP was conceived based on the OpenCV which is a good library for image processing which shows high efficiency. Since the video consists only in a sequence of images, this toolbox includes a special processing feature. The LabImagem IAC is an Image Laboratory belonging to the Center of Engineering and Automation of the Agronomic Institute of Campinas has been developing research works in image analysis and processing applied to general agriculture, as fruit, vegetable and flowers selection [6], [8]. These activities are supported by tools which are able to manipulate images to generate informations considered useful to carry the proposed research. However the SIP exhibits certain functions as the ones associated with interferometry which are not offered by the SIVP, which desired by the IAD Engineering and Automation Center.

C++, JAVA) podem ser adicionados ao sistema. Scilab possui estruturas de dados sofisticadas (como listas, polinômios, funções racionais, sistemas lineares), um interpretador e uma linguagem de programação de alto nível.

O ambiente foi projetado como um sistema aberto permitindo ao usuário a possibilidade de definir novos tipos de dados e de realizar operações sobre eles. Ele pode ser usado de forma interativa ou programado a partir de um arquivo separado (o 'script' ou 'macro').

Desde 1994, quando passou a ser disponível na Internet, Scilab é gratuito (*free software*) e distribuído com o código fonte (*open source software*). Além da distribuição com o código fonte, existem, também, distribuições pré-compiladas do Scilab para vários sistemas operacionais. A lem disso, tem facilidade para trabalhar com matrizes, sem necessidade de "loops", o que o torna ideal para tratamento e processamento de imagens.

Vários trabalhos tem sido feitos utilizando as potencialidades do SCILAB realizar o processamento e análise de imagens. Ele foi utilizado para quantificar a quantidade de musculo, gordura subcutânea e intramuscular em carcaças de porco a partir de imagens de ressonância magnética [10]. Para construir modelos 3D de frutas e hortaliças baseados na técnica de moiré de projeção com deslocamento de fase [7], e também modelos topográficos da superfície do solo [9]. Usou-se ainda para fazer o reconhecimento facial a partir de imagens digitais, utilizando descritores para caracterizá-las [5].

[1] cita que o Scilab é uma poderosa estrutura com muito boas capacidades de modelagem e simulação, inclusive para aplicações científicas de realidade virtual. E que possui ainda uma grande livreria para processamento de imagem, como o SIP (Scilab Image Processing Toolbox), IPD (Image Processing Design Toolbox), SIVP (Image Processing and Video Processing, CGLAB (Computational Geometry Algorithms Library) etc.

O SIP (SCILAB Image Processing) é um completo, usável e gratuito pacote de processamento (Toolbox) para o SCILAB, que consegue ler mais de noventa formatos de arquivos de imagem, incluindo JPEG, GIF, BMP e PNG. Ele faz processamentos de imagens tais como filtragem, detecção de bordas, segmentação, "thresholding", histogramas, morfologia matemática, processamento de imagens coloridas, etc. Operações estas que podem ser utilizadas em aplicações reais que vão desde planejamento de movimentos veiculares a diagnósticos automáticos de imagens médicas [4].

SIVP (*Scilab Image and Video Processing Toolbox*) é um conjunto de ferramentas concebidas para pesquisadores acadêmicos, criado para ser um instrumento útil, eficiente e gratuito, e um toolbox de processamento de imagem e de vídeo para o Scilab. Atualmente ele tem sido baixado e usado por muitos pesquisadores [12]. Os mesmos autores ainda afirmam que o SIP foi desenvolvido com base em ImageMagic, que não é bom o suficiente para o processamento da imagem no campo de pesquisa. Por isso desenvolveram o SIVP com base em OpenCV, que é uma boa biblioteca para processamento de imagem e que tem alta eficiência. Como o vídeo consiste somente numa sequência de imagens, este *toolbox* inclui um recurso especial de processamento. O LabImagem IAC é um Laboratório de Imagens pertencente ao Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônomo de Campinas, o qual tem desenvolvido trabalhos de pesquisa associados à aplicação de processamento e análise de imagens à processos agrícolas em geral, tais como seleção de frutas, flores e vegetais [6], [8]. Essas atividades contam com o suporte de ferramentas computacionais capazes de manipular imagens com a finalidade de gerar informações consideradas úteis para desenvolver as pesquisas propostas. No entanto, o SIP exibe certas funções associadas à interferometria não disponíveis no SIVP, as quais são de fundamental importância ao Centro de Engenharia e Automação do IAC.

The objective of this research work was to develop a toolbox addressed to image processing associated to the SCILAB 4.11 free software to give support to the LabImagem activities, unifying the SIP and SIVP features.

MATERIAL AND METHODS

The "LabImagem IAC *toolbox* for SCILAB 4.11" was developed to support the research activities of the IAC Laboratory of Images.

SIP and SIVP depend on external libraries, requiring also on the installation of programs as OpenCV and ImageMagic. To the proposed toolbox are assigned to solve problems in a single trial needing not to install many programs. The referred toolbox is considered as a fusion of the SIP and SIVP which does not need to install the ImageMagic or OpenCV.

New routines have been created to allow the execution of the new toolbox once the external dependencies create new problems. Following, a "loader.sce", i.e., a script for the Scilab to interpret, unifies all the libraries, eliminating function redundancy, in a way to overcome the dependency of the OpenCV as well as of the ImageMagic.

All the libraries associated to the Image Magic and to the OpenCV were unified in a single directory "lib" into the Scilab folder which is localized by the "loader.sce" which carry all the connections and load all the functions requested by the LabImagem IAC.

As the creation of the "LabImagem IAC *toolbox* for the SCILAB 4.11" the research development has been optimized since the ease using of the toolbox is far superior from the others, giving more agility, decreasing the installation complexity since OpenCV and ImageMagic are no longer required, allowing less experienced people to use it.

The LabImagem IAC *toolbox* for SCILAB 4.11 was created based on sip-0.4.0-bin-win32-sci4.0-beta.exe, sivp-0.5.0.exe, ImageMagick-6.5.9-0-Q16-windows-dll.exe e OpenCV-2.0.0a-win32.exe.

RESULTS

Several research works have been carried with the LabImagem IAC *toolbox* support as two of them are presented below. A methodology to generate a three dimensional view of the papaya fruit (*Carica papaya L.*) has been developed. Following the image processing, the three dimensional view of the object under consideration are presented on Figure 02 x in lateral view and on Figure 03 in perspective, both expressed in wire frame mode.



Fig. 1 - Silhouette of the papaya fruit

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um *toolbox* para tratamento de imagens para o software livre SCILAB 4.11, para atender às necessidades do Laboratório de Imagens, LabImagem, unindo em um só as funcionalidades tanto do SIP quanto do SIVP,

MATERIAL E MÉTODOS

Para atender as necessidades do Laboratório de Imagens do IAC, foi desenvolvido o "LabImagem IAC *toolbox* para SCILAB 4.11".

Tanto o SIP quanto o SIVP tem seus requerimentos para funcionar, sempre dependendo de bibliotecas externas e com a necessidade de instalação de programas como OpenCV e ImageMagic. Pensando nisso foi proposto o desenvolvimento de um novo *toolbox*, que pudesse resolver todos os problemas de uma única vez, sem a necessidade de instalação de vários programas. O "LabImagem IAC *toolbox* para SCILAB 4.11" surgiu da fusão do SIP com o SIVP, mas de uma forma que também não houvesse mais a necessidade de instalar o ImageMagic ou OpenCV.

Novas rotinas foram criadas para permitir a execução do novo toolbox, uma vez que as dependências externas eram um problema. Dessa forma fez-se necessária a criação de um "loader.sce", ou seja, um script para o Scilab interpretar que unisse todas as bibliotecas, de modo a não haver redundância de funções e de uma forma que as dependências do OpenCV e do ImageMagic fossem sanadas.

Todas as bibliotecas do ImageMagic e do OpenCV foram unidas em um único diretório "lib" dentro da pasta Scilab, este é localizado pelo "loader.sce" que faz todas as ligações e carrega todas as funções necessárias ao LabImagem IAC para o desenvolvimento de suas pesquisas.

Com a criação do "LabImagem IAC *toolbox* para SCILAB 4.11" o desenvolvimento das pesquisas pode ser otimizado, uma vez que a facilidade de uso do *toolbox* é superior aos demais, dando mais agilidade e diminuindo a complexidade de instalação por não exigir mais a instalação do OpenCV e do ImageMagic, permitindo a sua utilização por usuários com menor experiência.

O LabImagem IAC *toolbox* para SCILAB 4.11 foi criado com base no sip-0.4.0-bin-win32-sci4.0-beta.exe, sivp-0.5.0.exe, ImageMagick-6.5.9-0-Q16-windows-dll.exe e OpenCV-2.0.0a-win32.exe.

RESULTADOS

Vários trabalhos foram realizados utilizando o LabImagem IAC *toolbox*, dois resultados são apresentados abaixo. Foi desenvolvida a metodologia para a reconstrução 3D de frutos através de suas silhuetas. A Figura 1 apresenta a imagem da silhueta do fruto do mamoeiro (*Carica papaya L.*). Após tratamento das imagens foi feita a reconstrução 3D como se observa através de apresentação em linhas estruturais (*wire frame*) na Figura 2 em vista lateral e na Figura 3 em perspectiva.

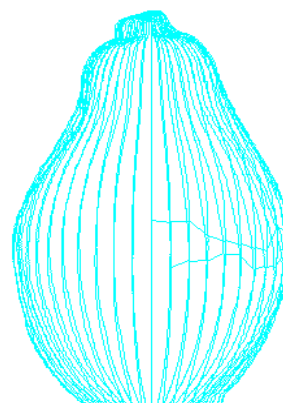


Fig. 2 - Lateral view of the three dimensional reconstruction of the papaya fruit

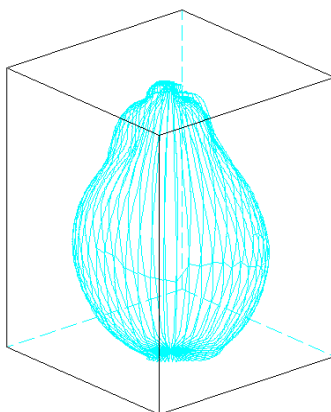


Fig. 3 - Perspective three dimensional View of the papaya fruit

A methodology was generated to create the Digital Model (TDM) of the soil surface after being compressed by tractor tires, reproducing its micro relief. Figure 04 shows the image of a sinusoidal grid projected onto the soil surface while Figure 05 exhibits the TDM expressed in gray scale, where darker areas represent lower elevation and clear colors represent higher elevation. Figure 06 represents the soil micro relief expressed in wire frame mode.

Foi desenvolvida a metodologia para a criação de Modelos Digitais Topográfico (MDTs), isto é, reconstrução 3D do micro relevo do solo superfície do solo deformado pelo pneu que foi comprimido sobre ele. A Figura 4 mostra a imagem de um retículo senoidal projetado sobre a superfície do solo, na Figura 5 vê-se o MDT desta superfície em tons de cinza onde as cores escuras representam regiões de cotas mais baixas e as cores claras regiões de cotas mais altas, e na Figura 6 mostra a sua representação através de linhas estruturais (*wire frame*).

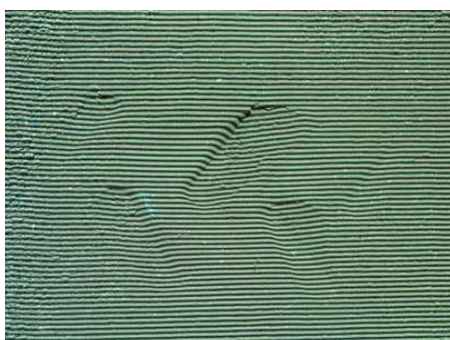


Fig. 4 - Sinusoidal grid projected onto the soil surface

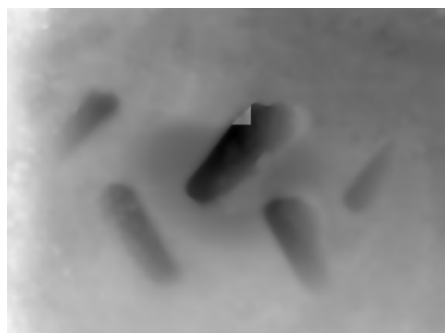


Fig. 5 - Three -dimensional view of the soil micro relief represented in gray scale

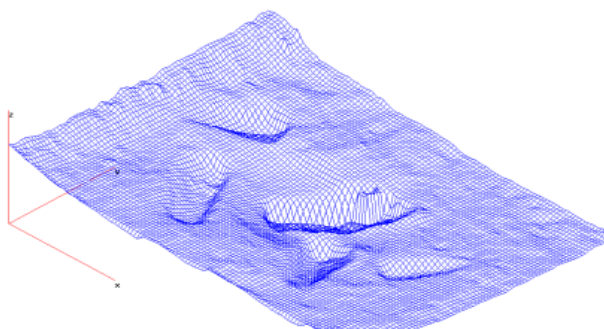


Fig. 6 - Three- dimensional view of the soil micro relief represented in wire frame mode

CONCLUSIONS

Based on what it has been exposed before, the following conclusions can be drawn.

- The *toolbox* Labimagem IAC does not require the installation of programs as ImageMagick e OpenCV;
- The ImageMagick e OpenCV allows ease and fast installations;
- The ImageMagick e OpenCV kept the SIP and SIVP functionalities;
- The ImageMagick e OpenCV allows image processing and analysis as generated by the Scilab.

REFERENCES

- [1]. Albeanu G. (2013) - *Developing virtual reality applications using the scilab environment*, Proceedings of ICVL 2013 - 8th International Conference on Virtual Learning, pg 29.
- [2]. Antunes E.J. (1999) - *Image Processing: an Interdisciplinary Approach Applied to Meteorological Prognostics*, Monography. BS in Computer Science. Institute of Physics and Mathematics Pelotas Federal University, 78 pg., RS, Brazil;
- [3]. Fabbri R. (2003) - *Development of an Image Processing Pack for the Scilab*, Monography – Institute of Mathematics and Computer Science, USP, São Carlos, 34pg., SP, Brazil;
- [4]. Fabbri R., Bruno O.M., Costa L.F. (2012) - *SCILAB and SIP for image processing*, <http://arxiv.org/pdf/1203.4009.pdf>, Acesso em: 18 Mar. 2012;
- [5]. Lata Y.V., Tungathurthi C.K.B., Rao H.R.M., Govardhan A., Reddy L.P. (2009) - *Facial Recognition using Eigenfaces by PCA*, International Journal of Recent Trends in Engineering, v. 1, n. 1, pg. 587-590;
- [6]. Lino A.C.L., Sanches J., Dal Fabbro I.M. (2008) - *Application of image processing techniques to lemons and tomatoes classification*, Bragantia, Campinas, v. 67, no. 3, pg. 563-568;
- [7]. Lino A.C.L. (2008) - *Application of Projection Moiré with Phase Displacement in the Generation of Topographic Digital Model of Vegetative Organs*, PhD Thesis, Faculty of Agricultural Engineering, State University of Campinas, SP, Brazil. Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas. Campinas;
- [8]. Lino A.C.L., Sanches J., Dias G.M., Dal Fabbro I.M., Lima F.A.B., Nascimento T.S. (2010) - *Cut Flowers Classification Supported By Digital Images*, Itaffe'10, International Congress On Information And Communication Technologies In Agriculture, Food, Forestry & Environment, 3, 2010, Samsun. Proceedings, Samsun: Ondokuz Mayıs University, v.1, pg. 40-44;
- [9]. Lino A.C.L., Silva J.R. da, Nakano Neto M., Silva D. da C. (2011) - *Application of the Scilab Software to Evaluate Soil-Tire Contact Mobilization through Digital Topographic Models*, Brazilian Congress of Agricultural Computer Science, 8, Bento Gonçalves. Anais, Florianópolis: UFSC; Pelotas: UFPel;
- [10]. Monziols M., Collewet G., Bonneau M., Mariette F., Davenel A., Kouba M. (2006) - *Quantification of muscle, subcutaneous fat and intermuscular fat in pig carcasses and cuts by magnetic resonance imaging*, Meat Science, v. 72, pg.146–154;

CONCLUSÃO

O *toolbox* Labimagem IAC:

- Não necessita instalar outros programas como o ImageMagick e OpenCV.
- Permite fazer uma rápida e fácil instalação.
- Manteve as funcionalidades do SIP e do SIVP.
- Permite a análise e tratamento de imagens pelo Scilab.

REFERÊNCIAS

- [1] Albeanu G. (2013) - *Desenvolvimento de Aplicações de Realidade Virtual em Ambiente Scilab*, Anais do ICVL 2013 - 8th Conferencia Internacional em Aprendizagem Virtual, pag. 29;
- [2]. Antunes E.J. (1999) - *Processamento de imagens: uma abordagem interdisciplinar aplicada à correção de prognósticos meteorológicos*, Monografia (Bacharelado em Informática) - Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, 78 p., Pelotas;
- [3]. Fabbri R. (2003) - *Desenvolvimento de um pacote de processamento de imagens para o scilab*, Monografia - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - USP, São Carlos, 34p.;
- [4]. Fabbri R., Bruno O.M., Costa L.F. (2012) - *SCILAB and SIP for image processing*, <http://arxiv.org/pdf/1203.4009.pdf>, Acesso em: 18 mar. 2012;
- [5]. Lata Y.V., Tungathurthi C.K.B., Rao H.R.M., Govardhan A., Reddy L.P. (2009) - *Reconhecimento Facial Facial Recognition using Eigenfaces Atravez de PCA*, International Journal of Recent Trends in Engineering, v. 1, n. 1, p. 587-590;
- [6]. Lino A.C.L., Sanches J., Dal Fabbro I.M. (2008) - *Aplicação de Técnicas de Processamento de Imagens na Classificação de Tomates e Limões*, Bragantia, Campinas, v. 67, n. 3, p. 563-568, 2008;
- [7]. LINO, A. C. L. (2008) - *Aplicação de moiré de projeção com deslocamento de fase na construção de modelos digitais topográficos de órgãos vegetais*, 100 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas. Campinas;
- [8]. Lino A.C.L., Sanches J., Dias G.M., Dal Fabbro I.M., Lima F.A.B., Nascimento T.S. (2010) - *Classificação de Flores Auxiliado por Imagens Digitais*, Itaffe'10, Congresso Internacional de Informatica, Tecnologias de Comunicações em Agricultura, Alimentos, Florestas e Meio Ambiente. Anais. Samsun: Ondokuz Mayıs University, v.1, p. 40-44;
- [9]. Lino A.C.L., Silva J.R. da, Nakano Neto M., Silva D. da C. (2011) - *Uso do software scilab para avaliar a mobilização do contato pneu-solo através de modelos digitais topográficos*, Congresso Brasileiro de Agroinformática, 8, Bento Gonçalves, Anais, Florianópolis: UFSC; Pelotas: UFPel;
- [10]. Monziols M., Collewet G., Bonneau M., Mariette F., Davenel A., Kouba M. (2006) - *Quantificação de Músculos, Gordura Subcutânea e Gordura Intramuscular em Carcaças de Porcos por Imagem de Ressonância Magnética*, Meat Science, v. 72, p.146–154;

[11]. SCILAB ORG (2013) - *Free Software for scientific calculation*, Available in: <<http://www.scilab.org>>. Accessed in: 15 May. 2013;

[12]. Yu S., Shang S. (2006) - *SIVP. Computacional Programs for Image Scilab and Video Processment. Scilab image and video processing toolbox*, Available in: <<http://sivp.sourceforge.net/doc.php>>. Accessed in: 15 May. 2011.

[11]. SCILAB ORG (2013) - *Software livre para cálculo científico*, Disponível em: <<http://www.scilab.org>>. Acesso em: 15 mai. 2013;

[12]. Yu S., Shang S. (2006) - *SIVP. Programas Computacionais para Imagem Scilab e Processamento de Video, Scilab image and video processing*, <<http://sivp.sourceforge.net/doc.php>>. Acesso em: 15 mai. 2011.

THE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE JUGLANS REGIA FRUIT WITH THE SELECTIONS FROM THE NORTH AREA OF OLTENIA

ANALIZA COMPOZIȚIEI BICHIMICE A FRUCTELOR DE JUGLANS REGIA LA SELECȚIILE DIN ZONA DE NORD A OLTENIEI

Flondor I.S.

College „Constantin Brâncoveanu” Horezu / Romania
Tel: 0767476898; E-mail: flondoriuliana@yahoo.com

Abstract: The Walnut is a plant known from back in the old times, as a traditional fruit, important from an economic and social point of view. In Romania, the walnut has been cultivated since the old times, its fruit being a complete food. The studied selections are part of the Walnut populations in North Oltenia. Besides other reseaches, analyses were also made on the chemical composition of the walnut fruits of these selections. The studies were carried out under natural environmental conditions. The Walnuts form individual populations, which are from a genetic point of view natural hybrids grown on their own roots and with an irregular fruit production.

Keywords: walnut, populations, selections, Juglans regia

INTRODUCTION

Romania is one of the European countries with temperate climate, which has relevant walnut production. The region of Oltenia is located in the SW of Romania and has 15% of the walnut trees. The walnut trees are distributed all over the country being located into organized orchards or as individual trees. Besides the phenotypical characterisation of the walnut, the evaluation of the biochemical composition of the Juglans regia fruit was also realised. In this period, observations have been carried out in the walnut populations from the Northern area of Oltenia. This area of Oltenia contains 3 counties: Vâlcea, Gorj and Mehedinți; there, the walnut trees are widely spread (over 250 thousands plants). The growth vigor of the walnut trees is large or very large in all the populations studied. Low vigorous walnut trees were not found in the area.

MATERIALS AND METHODS

The researches that were made in North Oltenia, were following up the behavior of 56 selections. The selections are hybrids cultivated on their own roots. The trees have between 30 and 50 years old. The investigation was carried out in the Northern area of Oltenia, in different localities from the following counties: Gorj, Vâlcea and Mehedinți.

The measurements, observation and determination were referring to the bearing characteristics (type of fruit bearing yield, fruit characteristics), growth, and low temperatures during winter and behavior to diseases.

The Evaluation of the Biochemical Composition of the Fruit:

- dry substance (%);
- extractible protein (%);
- raw fat (%);
- reducing carbohydrates (%);
- total carbohydrates (%);
- humidity (%).

The climatic conditions of the area are generally favorable to the growth and bearing of the walnut. The average annual temperature ranges from 10,2°C to 10,4°C; the lowest temperature was -30°C, but normally the temperature ranges from -20°C to -22°C; the

Rezumat: Nucul este o plantă cunoscută din cele mai vechi timpuri, este un fruct tradițional, important din punct de vedere economic și social. În România nucul este cultivat din cele mai vechi timpuri, fructul sau conferind o hrană completă. Selecțiile studiate fac parte din populațiile de nuci din Nordul Olteniei. Pe lângă alte cercetări, s-au efectuat și analize în ceea ce privește compoziția chimică a fructelor de nuc la aceste selecții. Studiile au fost efectuate în condițiile mediului natural. Nucii formează populații de indivizi care sunt din punct de vedere genetic hibrizi naturali crescuți pe rădăcini proprii și cu o producție de fructe neuniformă.

Cuvinte cheie: nuc, populații, selecții, Juglans regia

INTRODUCERE

România este una dintre țările europene, cu un climat temperat, ce are o producție importantă de nuci. Zona Olteniei este situată în partea de sud-vest a României și găzduiește mai mult de 15% din numărul total de nuci din țară. Nucii sunt răspândiți pe întreaga suprafață a țării, fiind întâlniți în livezi organizate sau răzleț. Pe lângă caracterizarea fenotipică a nukului, evaluarea compoziției biochimice a fructelor Juglans regia a fost de asemenea realizată. În această perioadă, s-au făcut cercetări asupra populațiilor de nuc din Nordul Olteniei. Această zonă a Olteniei este formată din trei județe: Vâlcea, Gorj și Mehedinți; acolo nucul este larg răspândit (peste 250.000 de pomi). Vigoarea de creștere a indivizilor de nuc a fost mare sau foarte mare în cazul tuturor populațiilor studiate. În zonă nu au fost identificați nuci cu o vigoare de creștere scăzută.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările ce au fost făcute în zona de Nord a Olteniei, au urmărit comportamentul a 56 de selecții de nuc. Selecțiile sunt indivizi hibrizi, cultivați pe rădăcini proprii. Plantele studiate au vârste cuprinse între 30 și 50 de ani. Cercetarea a fost făcută în zona de Nord a Olteniei, în localități diferite din următoarele județe: Gorj, Vâlcea și Mehedinți.

Măsurătorile, observațiile și determinările au vizat caracteristicile de rodire (tipul de rod, caracteristicile fructelor), creșterea (habitus), temperaturile scăzute pe parcursul iernii și comportamentul la atacul bolilor și dăunătorilor.

Evaluarea compoziției biochimice a fructelor:

- substanța uscată (%);
- proteina extractibilă (%);
- grăsime brută (%);
- glucide reducătoare (%);
- glucide totale (%);
- umiditate (%).

Condițiile climatice ale regiunii sunt, în general, favorabile creșterii și rodirii nukului. Temperatura medie anuală se situează între 10,2°C și 10,4°C; cea mai scăzută temperatură a fost de -30°C, dar, în mod normal, temperatura se situează între -20°C și -22°C;

average sum of rainfall is of 700-750 mm; the relative humidity is of 64-85% and the duration of sunshine is of 1900 hours per year.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The trees used in the research are generatively obtained and planted in familial gardens and orchards, near footways (road plantations) and isolated. A strict genetic highlighter and delimitation with the maintaining of integrity between some limits of entire population is difficult. The characteristic of this population is represented by the large variability of the growth characteristics, disease tolerance or resistance, resistance to low temperatures, which are present at the individuals that compose the population. The studied biological material is made of 56 representative selections, selected from over 31 localities in North Oltenia.

Analyzing the biochemical components of the kernel of the walnut selections in North Oltenia, a variability for the main components was observed: dry substance (%), extractible protein (%), raw fat (%), reducer carbohydrates (%), humidity (%) (Analyses carried out by the Alimentary Research Institute in Bucharest).

Following the biochemical analyses carried out on the kernel of the walnut selections in Gorj, the below values were obtained:

- dry substance (%): 70.5% (Bumbești-Pițic S17) - 81.5% (Baia de Fier S13);
- extractible protein (%): 5.0% (Novaci S35) - 9.45% (Baia de Fier S11);
- raw fat (%): 40.2% (Bălănești S20) - 57.5% (Alimpești S3);
- reducer carbohydrates (%): 0.6% (Polovragi S39) - 1.2% (Alimpești S3, Novaci S33, Novaci S35, Scoarța S50);
- total carbohydrates (%): 1.5% (Alimpești S3, Bălănești S20, Lelești S29, Polovragi S43, Schela S47, Scoarța S50) - 2.2% (Runcu S45);
- humidity (%): 18.5% (Baia de Fier S13) - 29.5% (Bumbești-Pițic S17) (Table no. 1).

media de precipitații este de 700-750 mm; umiditatea medie relativă a aerului este de 64-85% și durata de strălucire a soarelui este de 1900 ore pe an.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pomii folosiți în cercetare sunt, în mod generativ, obținuți și plantați în grădini familiale și livezi, pe marginea drumului sau razleț. O evidențiere și determinare strict genetică, menținând integritatea întregii populații în anumite limite, este dificilă. Caracteristica populației este reprezentată de ampla variabilitate a caracteristicilor de creștere, a toleranței sau rezistenței la boli, a rezistenței la temperaturi scăzute, ce sunt regăsite la indivizii ce compun populația. Materialul biologic studiat este format din 56 de selecții reprezentative, selectate din mai bine de 31 de localități din Nordul Olteniei.

Analizând componentele biochimice ale miezului selecțiilor de nuci din partea de Nord a Olteniei, s-a observat o variabilitate pentru principalele componente: substanța uscată (%), proteina extractibilă (%), grăsimi brută (%), glucide reducătoare (%), umiditate (%) (Analize realizate de Institutul de Cercetare Alimentară București).

În urma analizelor biochimice efectuate la miezul selecțiilor de nuc, în județul Gorj, s-au constatat valorile:

- substanța uscată (%): 70,5% (Bumbești-Pițic S17) - 81,5% (Baia de Fier S13);
- proteina extractibilă (%): 5,0% (Novaci S35) - 9,45% (Baia de Fier S11);
- grăsimi brută (%): 40,2% (Bălănești S20) - 57,5% (Alimpești S3);
- glucide reducătoare (%): 0,6% (Polovragi S39) - 1,2% (Alimpești S3, Novaci S33, Novaci S35, Scoarța S50);
- glucide totale (%): 1,5% (Alimpești S3, Bălănești S20, Lelești S29, Polovragi S43, Schela S47, Scoarța S50) - 2,2% (Runcu S45);
- umiditate (%): 18,5% (Baia de Fier S13) - 29,5% (Bumbești-Pițic S17) (Tabelul nr.1)

Table1

Biochemical Analyses of the Kernel of the Walnut Selections (Gorj)

Population	Selection	Dry substance [%]	Extractible protein [%]	Raw fat [%]	Reducer carbohydrates [%]	Total carbohydrates [%]	Humidity [%]
Alimpești	S3	73.7	6.65	57.5	1.2	1.5	26.3
	S7	74.8	5.07	46.43	1.1	1.6	25.2
	S9	75.8	5.33	42.28	0.96	1.9	24.2
Baia de Fier	S11	80.6	9.45	51.4	0.8	2.1	19.4
	S13	81.5	7.40	54.1	0.7	1.9	18.5
	S15	80.5	9.43	51.3	0.8	1.8	19.5
Bumbești Pițic	S17	70.5	7.28	53.0	1.02	2.0	29.5
Bumbești Jiu	S18	73.5	6.3	46.4	1.1	1.7	26.5
Balanesti	S20	76.1	5.97	40.2	0.84	1.5	23.9
Bengești Ciocadia	S21	71.8	5.8	45.7	0.86	1.7	28.2
Crasna	S23	72.6	6.6	51.2	0.7	1.9	27.4
	S25	77.3	6.38	50.7	0.9	2.1	22.7
	S27	74.8	6.8	48.1	1.1	1.7	25.2
Lelești	S29	73.6	6.7	47.5	0.7	1.5	26.4
Novaci	S31	75.5	6.4	48.1	0.7	1.7	24.5
	S33	76.1	6.2	51.2	1.2	1.8	23.8
	S35	74.8	5.0	46.5	1.2	1.9	25.2
Mușetești	S37	75.7	7.2	47.5	0.9	2.1	24.3
Polovragi	S39	80.1	9.3	50.5	0.5	2.1	19.9
	S41	80.5	9.3	50.5	0.7	1.7	19.5
	S43	80.3	9.1	53.1	0.8	1.5	19.7
Runcu	S45	72.5	6.6	47.2	1.1	2.2	27.5
Schela	S47	74.6	5.1	45.8	1.1	1.5	25.4
Săcelu	S49	71.7	5.8	45.9	0.9	1.6	28.3
Scoarța	S50	76.4	6.7	47.7	1.2	1.5	27.6

In Vâlcea, following the biochemical analyses carried out on the kernel of the walnut selections, the below values were obtained:

- dry substance: 72.9% (Măldărești S61, Horezu S73) - 81.5% (Stroiești S57);
- extractible protein : 5.7% (Costești S67) - 9.5% (Costești S69, Mateești S83);
- raw fat (%): 47.0% (Slătioara S80) - 55.5% (Stroiești S55, Măldărești S61, Horezu S73);
- reducer carbohydrates (%): 0.72% (Mateești S83) - 1.2% (Stroiești S55, Măldărești S51, Horezu S73);
- total carbohydrates (%): 1.1% (Măldărești S63) - 2.4% (Vaideeni S65);
- humidity (%) : 18.5% (Stroiești S57) - 26.2% (Costești S57) (Table 2).

In județul Vâlcea, în urma analizelor biochimice efectuate la miezul selecțiilor de nuc, s-au constatat valorile:

- substanța uscată: 72,9% (Măldărești S61, Horezu S73) - 81,5% (Stroiești S57);
- proteina extractibilă : 5,7% (Costești S67) - 9,5% (Costești S69, Mateești S83);
- grăsime brută (%): 47,0% (Slătioara S80) - 55,5% (Stroiești S55, Măldărești S61, Horezu S73);
- glucide reducătoare (%): 0,72% (Mateești S83) - 1,2% (Stroiești S55, Măldărești S51, Horezu S73);
- glucide totale (%): 1,1% (Măldărești S63) - 2,4% (Vaideeni S65);
- umiditate (%): 18,5% (Stroiești S57) - 26,2% (Costești S57) (Tabelul 2).

Table 2

Biochemical Analyses of the Kernel of the Walnut Selections (Vâlcea)

Population	Selection	Dry substance %	Extractible protein %	Raw fat %	Reducer carbohydrates %	Total carbohydrates %	Humidity %
Stroiești	S53	76.1	8.1	51.6	0.8	1.8	23.9
	S55	72.9	7.3	55.5	1.2	2.1	27.1
	S57	81.5	7.5	55.2	0.73	1.9	18.5
Berbești	S59	77.1	6.2	51.7	1.1	1.7	22.9
Măldărești	S61	72.9	7.3	55.5	1.2	2.2	27.1
	S63	73.8	6.7	53.1	0.9	1.1	26.2
Vaideeni	S65	80.1	7.8	47.9	1.1	2.4	19.9
Costești	S67	73.8	5.7	47.8	0.9	2.1	26.2
	S69	80.7	9.5	51.4	0.8	2.1	19.3
	S70	76.2	5.9	46.1	0.8	1.5	23.8
Horezu	S71	75.4	6.6	47.8	0.9	2.1	24.6
	S73	72.9	7.3	55.5	1.2	2.2	27.1
	S75	81.4	7.4	55.2	0.74	2.0	18.6
Slătioara	S77	77.1	6.6	51.8	1.2	1.8	22.9
	S80	80.1	7.8	47.	1.1	2.4	19.9
Mateești	S83	80.1	9.5	51.4	0.2	2.1	19.9

The biochemical analyses carried out on the kernel of the walnut selections in Mehedinți:

- dry substance: 72.3% (Ilovița S113) - 81.5% (Ponoarele S95);
- extractible protein: 5.4% (Florești S111, Bala S101) - 9.4% (Bala S105);
- raw fat (%): 42.6% (Podeni S97) - 55.4% (Ilovița S113);
- reducer carbohydrates (%): 0.6% (Bala S105) - 1.2% (Ponoarele S90, Ponoarele S93, Butoiești S119);
- total carbohydrates (%): 1.5% (Butoiești S109) - 2.5% (Isverna S89);
- umidity (%): 18.5% (Ponoarele S95) - 27.2% (Isverna S85) (Table no. 3).

Analizele biochimice realizate la miezul selecțiilor de nuc în județul Mehedinți:

- substanța uscată: 72,3% (Ilovița S113) - 81,5% (Ponoarele S95);
- proteina extractibilă: 5,1% (Florești S111, Bala S101) - 9,4% (Bala S105);
- grăsime brută (%): 42,6% (Podeni S97) - 55,4% (Ilovița S113);
- glucide reducătoare (%): 0,6% (Bala S105) - 1,2% (Ponoarele S90, Ponoarele S93, Butoiești S119);
- glucide totale (%): 1,5% (Butoiești S109) - 2,5% (Isverna S89);
- umiditate (%): 18,5% (Ponoarele S95) - 27,2% (Isverna S85). (Tabel 3).

Table 3

Biochemical Analyses of the Kernel of the Walnut Selections (Mehedinți)

Population	Selection	Dry substance [%]	Extractible protein [%]	Raw fat [%]	Reducer carbohydrates [%]	Total carbohydrates [%]	Humidity [%]
Isverna	S85	72.8	7.2	55.3	0.84	1.6	27.2
	S87	75.4	5.7	43.5	1.1	2.1	24.6
	S89	80.1	7.3	47.8	1.1	2.5	19.9
Ponoarele	S90	76.1	5.5	51.2	1.2	1.6	23.9
	S93	73.8	6.7	54.5	1.2	1.6	26.2
	S95	81.5	7.4	53.8	0.75	1.9	18.5
Podeni	S97	75.8	5.3	42.6	0.84	1.8	24.2
Bala	S101	74.8	5.2	47.8	1.1	1.7	25.2
	S103	75.4	5.2	44.7	0.9	2.1	24.6
	S105	80.6	9.4	51.3	0.6	2.1	19.4
Butoiești	S107	76.1	5.8	51.3	0.8	1.7	23.9
	S109	73.8	6.7	54.5	1.2	1.5	26.2
Florești	S111	74.8	5.1	46.5	1.1	1.8	25.2
Ilovița	S113	72.3	7.3	55.4	0.8	1.6	27.1
Husnicioara	S115	72.4	6.8	50.1	0.9	1.9	19.3

CONCLUSIONS

The whole population has individuals (natural hybrids) which are characterized by a large genetic variability and this aspect has a great importance in the breeding programs.

The North of Oltenia has favorable climatic conditions and permits the forming and evolution, in time, of a natural population of *Juglans regia* (more than 250.000 plants).

In what concerns the chemical composition of the walnut selections, they had the following values:

- dry substance: 70.5% (Bumbești-Pițic S17) and 81.7% (Baia de Fier S13);
- extractible protein: 5.05% (Novaci S35) and 9.5% (Costești S69 and Mușetești S83);
- raw fat: 40.2% (Bălănești S20) and 57.5% (Alimpești S3);
- reducer carbohydrates: 0.6% (Polovragi S39, Bala S105) and 1.2% (Alimpești S3, Stroiești S65, Ponoarele S93, Butoiești S119);
- total carbohydrates: 1.1% (Măldărești S63) and 2.5% (Isverna S89);
- humidity: 8.5% (Baia de Fier S13, Stroiești S570, Ponoarele S95) and 29.55% (Bumbești-Pițic S17).

REFERENCES

- [1]. Achim Gh., Botu I. (1996) – *Walnut prospective selections (Juglans regia) in Vâlcea area*. Lucrările Științifice ale I.C.P.P. Publishing vol.18. pg.142-153;
- [2]. Achim Gh., Botu I. (1999) – *Results in walnut propagation by using different methods*; p.78-85
- [3]. Botu I., Botu M., Achim Gh. (2001) – *Nut culture in modern exploitations*. Edit. Phoenix Publishing, Brașov; pg.89-99
- [4]. Botu M. (1998) – *Nut crop situation in Romania* FAO – CIHNEAM Nuclei Newsletter, N.7.p.23-24;
- [5]. Botu M., Tudor M., Papachatzis A. (2010) – *Evaluation of Some Walnut Cultivars with Different Bearing Habits in the Ecological Conditions of Oltenia România*, Proc. VIth Intl. Walnut Symposium, Ed. D.L. McNeil, ISHS, Acta Horticulturae no. 861; 119-126, ISSN 0567-7572 (Indexed ISI Web of Science and International Data Bases- AGRICOLA and CAB Abstracts®).
- [6]. Cosmulescu S., Baci A., Achim Gh. – *Mineral Composition of Fruits in Different Walnut (Juglans regia L.) Cultivars*;
- [7]. Flondor I.S. (2012) – *Researches on productivity fruit quality and their resistance to diseases and pests, at Juglans regia selections and populations related to environment factors in North Oltenia*. Pg.158-161
- [8]. Godeanu I., Baci A., Cosmulescu S. (2000) – *New walnut selection with lateral fruitfulness (selecții noi de nuc cu fructificare laterală)*, cercetări Științifice USAMVB Timișoara, Facultatea de Horticultură, seria a IV-a. pg.145-1509.
- [9]. Marin F. (2001) – *Improvement of Walnut Assortment (Juglans regia) in Romania*, Sesiunea de Referate a Facultății de Horticultură, U.S.A.M.V. București;
- [10]. Marin F (2005) – *Variation of main characteristics of walnut genotypes fruit within ICPP fund.*, Lucrări științifice I.C.P.P. Publishing, vol. XX, pg. 13-19;
- [11]. Maria T. (2010) – *Researches regarding the agro-biological evaluation of walnut varieties related to ecological conditions in subcarpathian area of Olteniei*, PH.D. Thesis, U.C.V. Craiova. pg.110-125.

CONCLUZII

Întreaga populație are indivizi (hibridi naturali) care sunt caracterizați de o considerabilă variabilitate genetică, iar, acest aspect, are o foarte mare importanță în ceea ce privește programele de înmulțire.

Nordul Olteniei are condiții climatice favorabile ce permit formarea și evoluția, în timp, a unei populații naturale de *Juglans regia* (peste 250.000 de plante).

În ceea ce privește compoziția chimică a selecțiilor de nuc, s-au înregistrat următoarele valori:

- substanța uscată: 70,5% (Bumbești-Pițic S17 și 81,7% (Baia de Fier S13);
- proteina extractibilă: 5,05% (Novaci S35), 9,5% (Costești S69 și Mușetești S83);
- grăsime brută: 40,2% (Bălănești S20) și 57,5% (Alimpești S3);
- glucide reducătoare: 0,6% (Polovragi S39, Bala S105) și 1,2% (Alimpești S3, Stroiești S65, Ponoarele S93, Butoiești S119);
- glucide totale: 1,1% (Măldărești S63) și 2,5% (Isverna S89);
- umiditate: 8,5% (Baia de Fier S13, Stroiești S57, Ponoarele S95) și 29,55% (Bumbești-Pițic S17).

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Achim Gh., Botu I. (1996) – *Selecții de perspectivă la nuc (Juglans regia) din zona Vâlcea*, . Lucrările Științifice ale I.C.P.P. vol.18. pag.142-153;
- [2]. Achim Gh., Botu I. (1999) – *Rezultatele obținute în urma rapandirii plantațiilor de nuci prin folosirea de diferite metode*; pag.78-85;
- [3]. Botu I., Botu M., Achim Gh. (2001) – *Cultura nucului în exploatarea nucicole moderne*. Edit. Phoenix, Brașov; pag.89-99.
- [4]. Botu M. (1998) – *Situația culturilor de nuci în România*, FAO – CIHNEAM Nuclei Newsletter, N.7.p.23-24;
- [5]. Botu M., Tudor M., Papachatzis A. (2010) – *Evaluarea unor culturi de nuc cu diferite obiceiuri de rodire în condițiile ecologice din Oltenia, România*, Proc. VIth Intl. Walnut Symposium, Ed. D.L. McNeil, ISHS, Acta Horticulturae no. 861; 119-126, ISSN 0567-7572 (Indexare în ISI Web of Science și Bazele de Date Internaționale Reprezentative- AGRICOLA și CAB Abstracts®).
- [6]. Cosmulescu S., Baci A., Achim Gh. – *Compoziția minerală a fructelor în diferite culturi de nuc (Juglans regia L.)*;
- [7]. Flondor I.S., (2012) – *Cercetări asupra productivității, calității fructelor și a rezistenței la boli și dăunători, la populațiile și selecțiile de Juglans regia din zona de Nord a Olteniei în relațiile cu factorii de mediu*, P.158-161
- [8]. Godeanu I., Baci A., Cosmulescu Sina, (2000) – *Noua selecție de nuc cu rodire pe laterala*, Cercetări Științifice USAMVB Timișoara, Facultatea de Horticultură, seria a IV-a. pag.145-150
- [9]. Marin F. (2001) – *Îmbunătățirea varietatilor de nuc (Juglans regia) în România* Sesiunea de Referate a Facultății de Horticultură, U.S.A.M.V. București;
- [10]. Marin F. (2005) – *Variația principalelor caractere ale fructelor unor genotipuri de nuc din fondul de germoplasmă al I.C.P.P.*, Lucrări științifice I.C.P.P., vol. XX, pag. 13-19;
- [11]. Maria T. (2010) – *Cercetări privind evaluarea agrobiologică a unor soiuri de nuc în relație directă cu condițiile ecologice din zona subcarpatică a Olteniei*, Teza doctorat, U.C.V. Craiova. pag.110-125.

THE EFFECT OF THE OVEN AND MICROWAVE HEATING ON TOTAL PHENOL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY VALUES OF DIFFERENT APPLE VARIETIES

FARKLI ELMA ÇEŞİTLERİNİN TOPLAM FENOL VE ANTIÖKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE FIRIN VE MİKRODALGA ISITMANIN ETKİSİ

As. Ph.D. Stud. Eng. Uslu N.¹⁾, As. Ph.D. Stud. Eng. Bozkurt D.¹⁾, Assoc Prof. Ph.D. Eng. Al Juhaimi F.²⁾, Prof. Ph.D. Eng. Özcan M.M. *¹, Asst. Prof. Ph.D. Stud. Eng. Yıldız M.U.³⁾

¹Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Selcuk University, 42031 Konya, Turkey

²Department of Food Science & Nutrition, College of Food and Agricultural Sciences, King Saud University, Riyadh-Saudi Arabia

³Agriculture Engineering, Istanbul, Turkey

*Corresponding author Tel: +90.332.2232933; E-mail: mozcan@selcuk.edu.tr

Abstract: Total phenol and antioxidant values of apples dried in both microwave heating were found higher than those of results of both oven temperatures (50°C and 70°C). While the total phenol contents of apple varieties which belong to control group change between 87.81 mg/100 g (Golden) to 136.25 mg/100 g (Pink Lady), total phenol contents of apple varieties treated to 70°C heating were found between 299.06 mg/100 g (Pink Lady) to 395.31 mg/100 g (Starking). While antioxidant activity values of control group apples are determined between 11.55% (Pink Lady) to 21.78% (Starking), antioxidant activity values of apples dried in 70 °C ranged from 38.87% (Pink Lady) to 52.49% (Grany Smith).

Keywords: apple, drying, oven, microwave, total phenol, antioxidant

INTRODUCTION

Apples are considered a good source of dietary minerals [17]. The increase in the consumption of refined foods and the lack of vitamins and minerals in the diet can cause health problems [11]. Polyphenols are one of the phytochemical groups whose "protective" properties include antioxidant, antimicrobial, anticancer and cardiovascular protective activities [4,5,6].

Microwave process can offer several advantages when compared to conventional heat processes [15,19]. These advantages include speed of operation, energy savings, precise process control, and faster start up and shut-down times [7]. The effect of microwave heating on nutrients depends on thickness and quality [9]. During MW drying processes, the heating period is relatively short and moisture loss is small [4].

There is a renewed interest in exploring the unique characteristics of MW heating for drying heat-sensitive materials [8]. In general, MW-related drying can meet the four major requirements in drying of foods: speed of operation, energy efficiency, cost of operation, and quality of dried products [10]. Andre's *et al.*, [2] studied the drying kinetics of apple cylinders under combined hot air MW dehydration (MDWAD). They reported higher MW power effect than air temperature in reducing drying time.

The aim of current study is to determine the effect of the oven and microwave heating on total phenol and antioxidant activity values of apples.

MATERIAL AND METHODS

Material

Fresh apples were purchased from shopping center in Konya. Four different varieties (Golden, Grany smith, Pink Lady and Starking) were used for this study.

Drying Process

Prior to drying process, apples were washed, peeled and sliced the same thickness with grater. Apple slices belonging different varieties were dried in oven at 50°C and 70°C; in microwave oven at 180W and 540W.

Özet: Heriki mikrodalga sıcaklıklarında kurutulan elmaların toplam fenol ve antioksidan değerleri fırın sıcaklıklarında (50 °C- 70 °C) kurutulan sonuçlardan daha yüksek çıkmıştır. Kontrol grubuna ait elma çeşitlerinin toplam fenol içeriği 87.81 mg/100 g (Golden) ile 136.25 mg/100 g (Pink Lady) arasında değişirken, 70 °C da ısıtılan elmaların toplam fenol içerikleri 299.06 mg/100 g (Pink Lady) ile 395.31/100 g (Starking) arasında değişmiştir. Kontrol grubu elmaların antioksidan aktivite değerleri 11.55% (Pink Lady) ile 21.78% (Starking) arasında değişirken, 70 °C da kurutulan elmaların antioksidan aktivite değerleri 38.87% (Pink Lady) ile 52.49 (Grany Smith) arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: elma, kurutma, fırın, mikrodalga, toplam fenol, antioksidan

GİRİŞ

Elmalar iyi bir diyet mineral kaynağı olarak düşünülmektedir [17]. Rafine gıdaların tüketimindeki artış ve diyetlerdeki vitamin ve minerallerin eksikliği sağlık problemlerine sebep olabilir [11]. Polifenoller antioksidan, antimikrobiyal, antikanser ve kardiyovasküler koruyucuaktiviteler içeren "koruyucu" özellikte olan fitokimyasal gruplardan biridir [4,5,6].

Mikrodalga proses konvansiyonel ısı işlemiyle kıyaslandığında çok sayıda avantajlar içermektedir [15,19]. Bu avantajlar operasyon işlem hızı, enerji tasarrufu, hassas proses kontrolü, hızlı başlangıç ve kapanma süreleridir [11]. Besin değerleri üzerine mikrodalga'nın etkisi ürünün kalınlığı ve kalitesine bağlıdır [9]. MW kurutma işlemi sırasında, ısıtma periyodu nispi olarak kısadır ve nem kaybı azdır [4].

Isıya hassas mateyallerin kurutulmasında mikrodalga ısıtmanın özelliklerinden dolayı bu tür ısıtmaya bir ilgi vardır [8]. Genelde, MW ile gıdaların kurutmada dört temel önemli husus vardır: işlem hızı, enerji verimliliği, işlem maliyeti ve kurutulan ürünün kalitesi [10]. Andre's ve ark. [2], sıcak havalı MW dehidrasyon işlemiyle elmaların kurutma kinetiklerine çalışmışlardır. Onlar kurutma süresini azaltmada hava sıcaklığından daha fazla MW gücünün etkisini rapor etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, elmaların toplam fenol ve antioksidan aktivite değerleri üzerine fırın ve mikrodalga kurutmanın etkisini tayin etmektir.

MATERYAL VE METHOD

Materyal

Taze elmalar Konya'da marketten satın alınmıştır. Bu çalışmada dört farklı elma (Golden, Grany Smith, Pink Lady ve Starking) kullanılmıştır.

Kurutma İşlemi

Kuruma işleminden önce, elmalar yıkandı, kabukları soyuldu ve aynı kalınlıkta dilimlendi. Farklı çeşitlere ait elma dilimleri 50 oC ve 70 oC da fırında, 180 W ve 540 W da mikrodalgada kurutuldular

Extraction Process

Dried samples were ground into powder with a grinder. Methanol (15ml) was added to 0.5g of grinded sample [19]. The slurry was stirred for 16 hours and centrifuged for 15min at 4000 rpm.

Determination of total phenol and antioxidant activity

Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu Reagent [20]. The free radical scavenging activity of the extract was determined by using 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl or DPPH [18].

Determination of color

It was measured from control and dried samples using Konica Minolta colorimeter and determined L*, a*, b* parameters.

Statistical analyses

The average is calculated by analyzing the fruits three times. Results of the research were analysed for statistical significance by analysis of variance [18].

RESULTS AND DISCUSSION

Moisture content of apple varieties changed between 78.84% (Pink lady; microwave 540 W) and 90.89% (Golden; Oven 50°C) (Table 1). Moisture contents of starking and pink lady apple varieties heated by microwave oven drying (180 W) substantially decreased compared with other apple varieties and control groups. Total phenol and antioxidant activity values of four different apple (Grany, Golden, Starking and Pink Lady) varieties treated heating process in oven and microwave systems are given in Table 1.

Ekstraksiyon İşlemi

Kurutulan örnekler bir güttüde toz haline getirildi. 0.5 g örnek üzerine 15 ml metanol ilave edildi [19]. Karışım 16 saat karıştırıldı ve sonra 4000 rpm hızda 15 dakika santrifüj edildi.

Toplam fenol ve antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Toplam fenol içerikleri Folin-Ciocalteu Reagent kullanılarak tayin edildi [20]. Ekstraktların serbest radikal tutucu aktiviteleri 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) kullanılarak belirlendi [18].

renk Tayini

Konica Minolta renk tayin cihazı kullanarak kurutulmuş elma örneği ve kontrol grubunda ölçüm yapılmıştır ve L*, a* ve b* parametreleri tespit edilmiştir.

İstatistik Analiz

Meyveler üç kez analiz edilerek ortalama değerler belirlenmiştir. Araştırma sonuçları varyans analiziyle istatistiksel önem belirlenmiştir [18].

SONUÇ VE TARTIŞMA

Elma çeşitlerinin nem içerikleri 78.84% (Pink lady; mikrodalga 540 W) and 90.89 % (Golden; Fırın 50 °C) arasında değişmiştir (Tablo 1). Mikrodalga kurutmaya (180 W) kurutulan starking ve pink lady elma çeşitlerinin nem içerikleri diğer elma çeşitleri ve kontrol grubuyla kıyaslandığında azalmıştır. Mikrodalga ve fırın işlemiyle kurutulan farklı elma çeşitlerinin (Grany, Golden, Starking and Pink Lady) toplam fenol ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 1 de verilmiştir.

Table 1**Total phenol content and antioxidant activity of apple varieties**

Process	Variety	Moisture (%)	Antioxidant Activity (%)	Total Phenol Content (mg/100g)
Control Samples	Grany	90.88±1.27	16.27±0.36	90.63±1.38
	Golden	90.52±0.98	17.19±0.97	87.81±1.69
	Starking	90.29±0.76	21.78±1.03	103.13±2.49
	Pink Lady	85.99±0.49	11.55±0.38	136.25±3.29
Oven Dried (50°C)	Grany	89.55±1.72	34.45±0.56	260.31±3.78
	Golden	90.89±1.18	18.11±0.63	175.00±2.57
	Starking	88.29±1.21	35.30±1.47	277.50±2.89
	Pink Lady	85.56±0.79	19.75±0.87	166.88±2.59
Oven Dried (70°C)	Grany	89.75±1.09	52.49±2.39	363.75±3.67
	Golden	90.88±1.36	35.04±1.29	306.25±3.49
	Starking	89.67±1.29	41.60±1.42	395.31±3.58
	Pink Lady	85.69±0.87	32.87±0.98	299.06±4.89
Microwave Oven Dried (180W)	Grany	84.04±1.28	61.88±2.48	352.19±4.57
	Golden	84.67±1.32	38.52±1.59	254.06±2.29
	Starking	82.58±1.43	57.09±2.78	396.25±3.95
	Pink Lady	82.03±1.38	38.45±1.54	230.94±3.67
Microwave Oven Dried (540 W)	Grany	85.35±1.41	78.81±2.87	452.50±4.87
	Golden	84.29±1.47	55.12±2.39	367.81±3.39
	Starking	83.31±1.68	71.00±2.45	475.63±3.79
	Pink Lady	78.84±1.56	49.61±1.39	325.94±3.68

mean ± standard deviation

Total phenol and antioxidant activity values of apple samples treated by both oven and microwave heating processing increased compared with control group during processing. Also, total phenol and antioxidant values of apples dried in both microwave heating were found higher than those of results of both oven temperatures (50 °C and 70 °C) (Table 1). In addition, when the drying temperature increased from 50 °C to 70 °C, total phenol and antioxidant activity increased at the same form. The same situation is valid for microwave processing, too (Table 1).

While the total phenol contents of apple varieties belonging to control group change between 87.81 mg/100 g (Golden) to 136.25 mg/100 g (Pink Lady) total phenol contents of apple varieties treated to 70 °C heating were found between 299.06 mg/100 g (Pink Lady) to 395.31 mg/100 g (Starking). While antioxidant activity values of

Hem fırın hemde MW ısıtma işlemine tabi tutulan elma örneklerinin toplam fenol ve antioksidan değerleri proses sırasında kontrol grubuyla kıyaslandığında artmıştır. Ayrıca, heriki ısıtma işlemiyle kurutulan elma örneklerinin toplam fenol ve antioksidan değerleri fırın sıcaklığının herikisinde (50 oC ve 70 oC) kurutulan elmaların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. İlaveten, kurutma sıcaklığı 50 oC den 70 oC ye çıktığında, toplam fenol ve antioksidan aktivite değerleri yaklaşık aynı pranda artmıştır. Aynı durum mikrodalga işlemi içinde geçerlidir (Tablo 1).

Kontrol gruplarına ait elma çeşitlerinin toplam fenol içerikleri 87.81 mg/100 g (Golden) ile 136.25 mg/100 g (Pink Lady) arasında değişirken, 70 oC da ısıtma işlemine tabi tutulan elma örneklerinin toplamfenol içerikleri ise 299.06 mg/100 g (Pink Lady) ile 395.31 mg/100 g (Starking) arasında değişmiştir. Kontrol grubuna ait elma çeşitlerinin

control group apples are determined between 11.55% (Pink Lady) to 21.78% (Starking), antioxidant activity values of apples dried in 70 °C ranged from 38.87% (Pink Lady) to 52.49% (Grany Smith). These values in microwave (180 and 540 w) for antioxidant activity changed between 38.45% (Pink Lady) to 61.88% (Grany Smith) and 49.61% (Pink Lady) to 78.81 % (Grany Smith), respectively. In addition, total phenols were found between 230.94 mg/100g (Pink Lady) to 396.25 mg/100g (Starking) and 325.94 mg/100g (Pink Lady) to 475.63 mg/100 g (Starking) for 180 W and 540 W microwaves heating, respectively.

L*, a*, b* values of control apples and applied heat treatment samples were shown Table 2. L* values of control varieties (unheated) ranged from 75.50 to 77.89. a* and b* values of control samples were found between -0.60-(-)3.90, 16.93-23.44 respectively. Maximum changing of color was determined on variety of Starking and Golden which were dried in oven at 70°C. L* values of Grany, Golden and Pink Lady varieties which were dried in microwave oven at 180W closed to unheated samples.

After drying process, a* (redness) and b* (yellowness) values of apple varieties were increased. As seen in Table 1, both total phenol and antioxidant activity values of Grany Smith apple variety were found partly high.

Increasing in antioxidant and total phenol values of fruits are probably due to reduction of the water content and increasing of fruit concentrate. Fresh fruits and vegetables were dried after harvesting in order to reduce waste and spoilage and to extend their shelf life. Drying is a simple process in which the moisture in the fruit evaporates from the fruit surface and is carried away. The process is controlled by many major factors, drying techniques, the properties product and the drying time [1]. Dried fruits are widely used as components in much food formulation such as pastry, confectionery products, ice cream, frozen desserts and yogurt. Among them, dried apples are a significant raw material for many food products [14]. Drying is a classical method of food preservation and it is a difficult food processing operation mainly due to undesirable changes in quality of dried product [16].

antioksidan değerleri 11.55% (Pink Lady) to 21.78% (Starking) arasında tayin edilirken, 70 oC da ısıtılma tabi tutulmuş elma örneklerinin antioksidan değerleri 38.87% (Pink Lady) ile 52.49% (Grany Smith) arasında belirlenmiştir. Antioksidan aktivite için MW de bu değerler sırasıyla 38.45% (Pink Lady) ile 61.88% (Grany Smith) and 49.61% (Pink Lady) ile 78.81 % (Grany Smith) arasında değişmiştir. Buna ilaveten, 180 W ve 540 W mikrodalgada ısıtmada toplam fenol içerikleri sırasıyla 230.94 mg/100g (Pink Lady) ile 396.25 mg/100g (Starking) and 325.94 mg/100g (Pink Lady) ile 475.63 mg/100 g (Starking) arasında bulunmuştur.

Kontrol ve ısıtılma tabi tutulmuş elma örneklerinin L*, a*, b* değerleri Tablo 2' de verilmiştir. Kontrol elma ve ısıtılma işlem uygulanmış elmaların L* değerleri 75.50 ile 77.89 arasında değişmiştir. Kontrol örneklerin a* ve b* değerleri sırasıyla -0.60-(-) 3.90, 16.93-23.44 olarak tespit edilmiştir. Maksimum renk değişimi 70°C da fırında kurutulan Starking ve Golden elma çeşitlerinde gözlenmiştir. 180 W da mikrodalgada ısıtılma tabi tutulmuş Grany, Golden ve Pink Lady çeşitlerinin L* değerleri 180 W da mikrodalgada ısıtılma tabi tutulmuş Grany, Golden ve Pink Lady çeşitlerinin L* değerleri ısıtılmamış örneklerinkine yakın bulunmuştur.

Kurutma prosesinden sonra, elma çeşitlerinin a* (kırmızımsı) ve b* (sarımsı) değerleri artmıştır. Tablo 1 de görüldüğü gibi, Grany Smith elma çeşidinin hem toplam fenol hemde antioksidan aktivite değerleri kısmen yüksek bulunmuştur.

Meyvelerin antioksidan ve toplam fenol değerlerindeki artış muhtemelen su içeriğindeki azalma ve meyve konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmıştır. Meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra atık ve bozulmayı önlemek, raf ömrünü artırmak için kurutulurlar. Kurutma meyveden ve meyve yüzeyinden suyu buharlaştırarak uzaklaştıran basit bir yöntemdir. Kurutma prosesi birçok faktörler, kurutma teknikleri, ürün özellikler ve kurutma zamanıyla kontrol edilir [1]. Kurutulan meyveler, pasta, fırın ürünleri, dondurma, dondurulmuş tatlılar ve yoğurt gibi birçok ıda formülasyonlarında bileşenler olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Bunlar arasında, kurutulmuş elmalar birçok gıda ürünleri için önemli bir hammaddedir [14]. Kurutma klasik bir gıda muhafaza yöntemidir ve kurutulan ürünün kalitesinde anlaşılabilir değişimlerden dolayı zor bir gıda işleme yöntemidir [16].

Table 2

Color values of apple varieties				
Process	Variety	L*	a*	b*
Control Samples	Grany	77.80	-3.90	16.93
	Golden	77.89	-3.26	23.44
	Starking	75.50	-1.79	23.16
	Pink Lady	76.81	-0.60	22.52
Oven Dried (50°C)	Grany	70.72	8.48	29.66
	Golden	70.57	8.20	28.98
	Starking	60.85	12.53	32.56
	Pink Lady	64.38	10.43	26.37
Oven Dried (70°C)	Grany	70.90	7.89	31.09
	Golden	58.21	10.44	32.59
	Starking	45.25	12.93	25.22
	Pink Lady	67.10	10.43	30.53
Microwave Oven Dried (180 W)	Grany	73.18	4.90	35.54
	Golden	76.29	3.84	39.08
	Starking	64.44	12.07	39.18
	Pink Lady	76.07	5.42	30.44
Microwave Oven Dried (540 W)	Grany	66.37	7.21	29.24
	Golden	67.13	6.02	35.04
	Starking	63.84	7.62	33.22
	Pink Lady	66.63	8.71	34.04

Acknowledgement

This project was supported by King Saud University, Deanship of Scientific Research, College of Food & Agricultural Sciences, Research Center.

Teşekkür

Bu proje King Saud Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Dekanlığı, Gıda ve Tarım Bilimleri Koleji, Araştırma Merkezi tarafından desteklenmiştir

REFERENCES

- [1]. Abou ELHana N.H. (2008) - *Microwave drying of apple*, Misr Journal of Agriculture Engineering 25(3), pg. 980-1003;
- [2]. Andre's A., Bilbao C., Fito P. (2004) - *Drying kinetics of apple cylinders under combined hot airmicrowave dehydration*, Journal of Food Engineering 63, pg. 71-78;
- [3]. Bendini A., Cerretani L., Pizzolante L., Toschi T.G., Guzzo F., Ceoldo S., Marconi A.M., Andreetta F., Levi M. (2006) - *Phenol content related to antioxidant and antimicrobial activities of Passiflora spp. Extracts*, European Food Research and Technology 223,pg.102-109;
- [4]. Bouraoui M., Richard P., Durance T. (1994) - *Microwave and convective drying of potato slices*. Journal of Food Process Engineering 17, pg. 353-363;
- [5]. Cetkovic G., Canadanovic-Brunet J., Djilas S., Savatovic S., Mandic A., Tumbas V. (2008) - *Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace*, Food Chemistry 109, pg. 340-347;
- [6]. Chu Y.H., Chang C.L., Hsu H.F. (2000) - *Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity*, Journal of the Science and Food Agriculture 80, pg. 561-566;
- [7]. Decareau R.V. (1992) - *Microwave foods: New Product Development, Food and Nutrition Press*, Trumbull, Conn. USA;
- [8]. Funebo T., Ohlsson T. (1998) - *Microwave-assisted air dehydration of apple and mushroom*, Journal of Food Engineering 38, pg. 353-367;
- [9]. Giese S. (1992) - *Advances in microwave food processing*, Food Technology 46: 118-123;
- [10]. Gunasekaran S. (1999) - *Pulsed microwave-vacuum drying of food materials*, Drying Technology 17(3), pg. 395-412;
- [11]. Ivey M., Elmen G. (1986) - *Nutritional supplement, mineral and vitamin production, Handbook of Nonprescription Drugs*, 8th ed., American Pharmaceutical Association, The National Professional Society of Pharmacists, 2215 Constitution Avenue, N.W. Washington, DC 20037, USA, pg. 215;
- [12]. Joshi A.P.K., Rupasinghe H.P.V., Khanizadeh S. (2009) - *Impact of drying processes on bioactive phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of red-fleshed apple slices*, Journal of Food Processing and Preservation. doi:10.1111/j.1745-4549.2010.00487.x;
- [13]. Lee S.K., Mbwambo Z.H., Chung H.S., Luyengi L., Games E.J.C., Mehta R. G. (1998) - *Evaluation of the antioxidant potential of natural products*, Combinational Chemistry High Throughput Screening 1, pg. 35-46;
- [14]. Mandala I.G., Anagnostaras E.F. C.K. (2006) - *Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics*, Journal of Food Engineering 69, pg. 307-316;
- [15]. Megahed M.G. (2001) - *Microwave roasting of peanuts: Effects on oil characteristics and composition*, Nahrung/Food 4, pg. 255-257;
- [16]. Maskan M. (2000) - *Microwave/air and microwave finish drying of banana*, Journal of Food Engineering 44 (2), pg. 71-78.
- [17]. Nour V., Trandafir I., Ionica M.E. (2010) - *Compositional characteristics of fruits of several apple (Malus domestica Borkh.) cultivars*, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 38(3), pg. 228-233;
- [18]. Püskülcü H., İkiz F. (1989) - *Introduction to Statistic*. Bilgehan Press, p 333, Bornova, Izmir, Turkey;
- [19]. Rosenberg U., Bogl W. (1987) - *Microwave thawing, drying, and baking in the food industry*, Food Technology 41, p. 85-91;
- [20]. Yoo K.M., Lee K.W., Park J.B., Lee H.J., Hwang I.K. (2004) - *Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of Yuzu (Citrus junos Sieb ex Tanaka) during maturation and between cultivars*, Journal of Agriculture and Food Chemistry 52, pg. 5907-5913;

KAYNAKLAR

- [1]. Abou ELHana N.H. (2008) - *Elmanın mikrodalga kurutulması*, Tarım Mühendisliği Dergisi 25(3), s. 980-1003;
- [2]. Andre's A., Bilbao C., Fito P. (2004) - *Hava mikrodalgalı kuruma sistemi altında patates dilimlerin kurutma kinetikleri*, Gıda Mühendisliği Dergisi 63, s. 71-78;
- [3]. Bendini A., Cerretani L., Pizzolante L., Toschi T.G., Guzzo F., Ceoldo S., Marconi A.M., Andreetta F., Levi M. (2006) - *Passiflora spp. ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal ilişkili fenol içeriği*, Avrupa Gıda Araştırma ve Teknolojisi 223, s.102-109;
- [4]. Bouraoui M., Richard P., Durance T. (1994) - *Patates dilimlerinin mikrodalga ve konvektif kurutulması*, Gıda İşleme Mühendisliği Dergisi 17,s. 353-363;
- [5]. Cetkovic G., Canadanovic-Brunet J., Djilas S., Savatovic S., Mandic A., Tumbas V. (2008) - *Elma pomasının polifenolik içeriği ve invitro antiradikal özelliklerinin değerlendirilmesi*, Gıda Kimyası 109, s. 340-347;
- [6]. Chu Y.H., Chang C.L., Hsu H.F. (2000) - *Çeşitli sebzelerin flavonoid içeriği ve antioksidan aktiviteleri*, Bilim ve Gıda Tarım Dergisi 80, s. 561-566;
- [7]. Decareau R.V. (1992) - *Mikrodalga gıdalar: Yeni Ürün Geliştirme*, Gıda ve Beslenme Basımevi, Trumbull, Conn. USA.;
- [8]. Giese S. (1992) - *Mikrodalga gıda işlemede gelişmeler*, Gıda Teknolojisi 46, s. 118-123;
- [9]. Funebo T., Ohlsson T. (1998) - *Elma ve mantarın hava destekli mikrodalgayla kurutulması*, Gıda Mühendisliği Dergisi 38, s. 353-367;
- [10]. Giese S. (1992) - *Mikrodalga gıda işlemede gelişmeler*, Gıda Teknolojisi 46, s. 118-123;
- [11]. Gunasekaran S. (1999) - *Gıda materyallerinin pulsed mikrodalga kurutulması*, Kurutma Teknolojisi 17(3), s. 395-412;
- [12]. Ivey M., Elmen G. (1986) - *Besinsel suplemen, mineral ve vitamin üretimi*, Nonprescription ilaç elkitabı, 8th ed., Amerika Farmasötikal Derneği, Ulusal Profesyonel Eczacılar Birliği, 2215 Constitution Avenue, N.W. Washington, DC 20037, USA, p. 215;
- [13]. Joshi A.P.K., Rupasinghe H.P.V., Khanizadeh S. (2009) - *Taze kırmızı elma dilimlerinin bioaktif fenolikleri, C vitamini ve antioksidan kapasitesi üzerine kurutma prosesinin etkisi*, Gıda İşleme ve Muhafaza Dergisi, doi:10.1111/j.1745- 4549.2010.00487.x;
- [14]. Lee S.K., Mbwambo Z.H., Chung H.S., Luyengi L., Games E.J.C., Mehta R.G. (1998) - *Doğal ürünlerin antioksidan potansiyelinin değerlendirilmesi*, Kombinasyonel Kimya Yüksek Throughput Screening 1, s. 35-46;
- [15]. Mandala I.G., Anagnostaras E.F. C. K. (2006) - *Elma hava kurutma ve kalite özellikleri üzerine osmotik dehidrasyon şartlarının etkisi*, Gıda Mühendisliği Dergisi 69, s. 307- 316;
- [16]. Megahed M.G. (2001) - *Yerfıstığının mikrodalga kurutulması: Yağ özellikleri ve bileşimi üzerine etkisi*, Gıda/Gıda 4, s. 255-257;
- [17]. Maskan M. (2000) - *Muzun mikrodalga/hava ve mikrodalga finish kurutma*, Gıda Mühendisliği Dergisi 44 (2), s. 71-78
- [18]. Nour V., Trandafir I., Ionica M.E. (2010) - *Çeşitli elmaların apple (Malus domestica Borkh.) besinsel özellikleri*, Notulae Botanik Bahçe Agrobotanici 38(3), p. 228-233;
- [19]. Püskülcü H., İkiz F. (1989) - *İstatistiğe Giriş*, Bilgehan Yayınevi, s 333, Bornova, Izmir, Turkey
- [20]. Rosenberg U., Bogl W. (1987) - *Gıda endüstrisinde mikrodalga kurutma ve fırınlama*, Gıda Teknolojisi 41, p. 85-91;
- [21]. Yoo K.M., Lee K.W., Park J. B., Lee H. J., Hwang I. K. (2004) - *Çeşitli arasında ve olgunlaşma sırasında Yuzu (Citrus junos Sieb ex Tanaka) nun başlıca antioksidan ve toplam antioksidan aktivitelerindeki varyasyonlar*, Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi.52, s. 5907-5913.

CURRENT STAGE OF EXPERIMENTAL RESEARCH ON EXTRACTION OF BIOLOGIC ACTIVE SUBSTANCES FROM MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS

STADIUL ACTUAL AL CERCETARILOR EXPERIMENTALE PRIVIND EXTRACTIA SUBSTANTELOR BIOLOGIC ACTIVE DIN PLANTE MEDICINALE SI AROMATICE

PhD. Stud. Eng. Pruteanu A.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Muscalu A.¹⁾, Assoc. Prof. PhD. Ferdes M.²⁾,
PhD. Stud. Eng. Voicea I.¹⁾, Lect. PhD. Eng. Popescu C.³⁾

¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾Politehnica University of Bucharest / Romania; ³⁾SC HOFIGAL SA / Romania
Tel: 0740690268; E-mail: pruteanu_augustina@yahoo.com

Abstract: Medicinal plants represented from all times basic remedies for the treatment of various diseases. The studies and research have shown that their therapeutic value is due to the relations established between the chemical structure of the active substances extracted from the medicinal vegetal material and the positive pharmacodynamic action that they exert on the human body. Besides the active pharmacodynamic substances, some particular medicinal plants also elaborate aromatic substances. The plants grouped in different families may present similar active substances, or plants closely related botanically may contain entirely different active substances. On the other hand, into plants organs (rhizomes, roots, stems, herba, leaves, flowers and fruits) can exist chemical identical, similar or completely different substances. This paper presents a synthesis of the current stage of the experimental research regarding the types of biologically active substances extracted from the medicinal and aromatic plants.

Keywords: extraction, medicinal and aromatic plants, biologically active substances

INTRODUCTION

The medicinal plants owe their phytotherapeutic action to the presence of bioactive chemical compounds, called bioactive substances, with effects on whole human or animal body metabolism. Due to the presence of certain bioactive substances, plants have specific effects, enhanced by their synergistic action, with both food quality and therapeutic or even preventive. [3]

Plants contain a variety of substances: [12]

- proteins, in which some structures of aminoacids have essential character, an indispensable role in nutrition;
- fats and similar substances (Lipoid) existing in proteo-lipid complex sterols (phytosterols, ergosterol);
- carbohydrates, such as monosaccharides (glucose, mannose, fructose, sorbose), oligosaccharides (sucrose, maltose), polysaccharides (starch, inulin, cellulose, hemicellulose, pectins, mucilages).

Therapeutic action of a plant may be the cause of: a single substance, usually organic; a group of substances with the same basic structure or a complex formed from the phytochemical governing principle and side principles [2].

Vitamins are active organic substances, low quantity, required for normal development of the organism, which meet specific catalytic functions, involved in the exchange of substances influencing the uptake and utilization of proteins, fats and sugars. 30 vitamins are known, of which 20 are introduced into the organism through food. Insufficient or lack of them translates to hypo or avitaminosis. [12]

Vitamins have very important roles in the organism either co-enzymes, enzymatic activators or biocatalysts in oxidation-reduction reactions, helping to metabolize carbohydrates, of proteins and lipids. [11]

Rezumat: Plantele medicinale au reprezentat din toate timpurile remedii de baza pentru tratarea diferitelor afectiuni. Studiile si cercetarile au aratat ca valoarea lor terapeutica se datoreaza relatiei stabilite intre structura chimica a substantelor active extrase din materialul vegetal medicinal si actiunea farmacodinamica pozitivă pe care acestea o exercita asupra organismului. Pe lângă substanțele active farmacodinamice, anumite plante medicinale elaborează și substanțe aromatice. Plantele grupate în familii diferite pot prezenta substanțe active similare, sau plante foarte înrudite botanic pot conține substanțe active complet diferite. Pe de altă parte, în organele plantelor (rizomi, rădăcini, tulpini, herba, frunze, flori sau fructe) pot exista substanțe chimice identice sau similare sau complet diferite. În lucrare se prezintă o sinteză a stadiului actual al cercetărilor experimentale privind tipurile de substanțe biologice active extrase din plantele medicinale și aromatice.

Cuvinte cheie: extracție, plante medicinale și aromatice, substanțe biologice active

INTRODUCERE

Speciile de plante medicinale își datorează acțiunea fitoterapeutică prezenței unor componente chimice bioactive, numite și substanțe bioactive, cu efecte în metabolismul întregului organism uman sau animal. Datorită prezenței anumitor substanțe bioactive, plantele au efecte specifice, potențate prin acțiunea lor sinergică, având atât calități alimentare, cât și terapeutice sau chiar preventive. [3]

Plantele conțin o gamă largă de substanțe: [12]

- proteinele, la care unii aminoacizi din structură au caracter esențial, indispensabil, cu rol în nutriție;
- grăsimile și substanțele similare (lipoide), existente în complexe proteo-lipidice, steroli (fitosterol, ergosterol);
- hidrații de carbon, de tipul monozaharidelor (glucoza, manoză, fructoză, sorboză), oligozaharidelor (zaharoasă, maltoză), polizaharidelor (amidon, inulina, celuloza, hemiceluloză, pectine, mucilaginii).

Acțiunea terapeutică a unei plante se poate datora: unei singure substanțe, de regula organica; unui grup de substanțe cu aceeași structură de baza sau unui complex fitochimic format dintr-un principiu dominant și principii secundare. [2]

Vitaminele sunt substanțe organice active, cantitativ reduse, necesare dezvoltării normale a organismului, care îndeplinesc funcții catalitice specifice, intervin în schimburile de substanțe, influențează asimilarea și utilizarea proteinelor, a grăsimilor și zaharurilor. Se cunosc 30 de vitamine, dintre care 20 sunt introduse în corp prin hrană. Insuficiența sau lipsa lor se traduce prin hipo- sau avitaminoză. [12]

Vitaminele au în organism roluri foarte importante, fie de coenzime, fie de activatori enzimatici, sau de biocatalizatori în reacțiile de oxidoreducere, contribuind la metabolizarea glucidelor, proteinelor și lipidelor. [11]

Mineral substances, in the form of salts, are essential to the physiological processes of the human and animal metabolism [12].

Alkaloids are nitrogen-containing compounds, used in medicine with beneficial effect, in pure state, in small doses, but when the dose is higher can become poisons. [12] Chelidone, homochelidonine, sparteine, protopine of celandine, rubijervina, protoveratrine, veratramine of *veratrum album*, eritricine of centaury etc., acting on the digestive organs, respiratory, cardio - vascular, nervous system [3].

Bitter substances are substances that are found in large numbers in plants, they taste bitter, excite the taste cells, stimulate appetite and the secretion of gastric juices and have antibacterial properties and insecticides. From the chemical point of view, they have a complex composition and some glucosides are falling within. [11]

Glycosides (heterosides) are organic compounds composed of a carbohydrate component (glicon) and one unglucidic (aglycone), such as aldehydes, saponins, flavones, terpenes, which give the taste and flavor of herbs as well as they ensure antibacterial action.

Some glycosides are substances from the secondary metabolism of nitrogen and are designed to ensure transport and enter the organism of an aglycone, which gives therapeutic effect. Their aglycone can be steroid or triterpenoid and has diuretic action. Antraglycosides present especially Fabaceae, Rhamnaceae, Polygonaceae are purgative. Among glycosides mention: cichoric acid, erithrocentaurine, rutin, fraxin, salicin, populin. [9]

Saponins are glycosidic which give stable emulsions with fatty acids, reducing the surface tension of water and foaming effect. Typically, saponins are present in plants such as soapwort, bridal veil, red thistle and white thistle. When placed in the organism, these substances lead to hemolysis of red blood cells, hemoglobin and releases the toxic effect. [12]

Vegetal mucilages are polysaccharide that are water-swellable, they form gel-like substance in the digestive tract, and if the water is hot forms colloidal solutions. In plants they are designed to retain water. The mucilages are present in the leaves and roots of marshmallow, flax seeds, mullein, lady's mantle, calamus, leeks, celery, burdock, black mustard, plantain, blessed thistle. [3]

Tannins are aromatic substances from the group of polyphenols present in the Rosaceae, Salicaceae, Polygonaceae, etc. [3]. They have a very different chemical composition and characteristics to coagulate albumin, heavy metals and alkaloids. They have antitoxic effect and they are soluble in water. Significant amounts of tannins are present in bark of oak, willow, alder, cranberry leaves and fruit, willow, nut, and in smaller quantities, in many other plants [12].

Volatile oils (essential) are nitrogen-free essential substances, consisting mainly of terpenes and their derivatives, water insoluble, fat oil or organic solvent soluble. They are volatile liquids with a characteristic odor that exist in a large number of plants, being produced in specific tissues, accumulating in any plant organs. The volatile oil from a plant has a given specific flavor of that plant, comprises a complex of substances, but is specific to only one specific substance. For example, the mint, the main component of the essential oil is menthol, thymol from thyme, in dill is anethole, linalool in lavender and for melissa is citral.

Volatile oils are used for the production of perfumes, cosmetics, and for correcting the taste and flavor of drugs. Volatile oils have disinfectant (respiratory and digestive), bactericidal, expectorant, antirheumatic and mucous

Substanțele minerale, sub formă de săruri, sunt indispensabile în procesele fiziologice ale metabolismului uman și animal.[12]

Alcaloizii sunt compuși care conțin azot, folosiți în medicină cu efect benefic, în stare pură, în doze mici, dar atunci când doza este mai mare pot deveni otrăvuri.[12] Chelidonina, homochelidonina, sparteina, protopina din rostopască, rubijervina, protoveratrina, veratramina din stirigoi, eritricina din țintaură etc., au acțiune asupra organelor digestive, respiratorii, aparatului cardio - vascular, sistemului nervos [3].

Substanțele amare, sunt substanțe care se găsesc într-un număr foarte mare în plante, au gust amar, excita celulele gustative, stimulează pofta de mâncare și secreția sucurilor gastrice și au proprietăți antibacteriene și insecticide. Din punct de vedere chimic, au o compoziție complexă în care intră și unele glucozide. [11]

Glicozidele (heterozidele), sunt compuși organici alcătuiți dintr-o componentă glucidică (glicon) și una neglucidică (aglicon), de tipul alchidelor, saponinelor, flavonelor, terpenelor, care conferă gust și arome unor plante, precum și acțiune antibacteriană.

Unele glicozide sunt substanțe rezultate din metabolismul secundar al azotului și au rolul de a asigura transportul și pătrunderea în organism a unui aglicon, care dă efectul terapeutic. Agliconul lor poate fi steroid sau triterpenoid și are acțiune diuretică. Antraglicozidele, prezente mai ales în Fabaceae, Rhamnaceae, Polygonaceae, sunt purgative. Dintre glicozizi menționăm: cichorina, eritrocentaurina, rutina, fraxina, salicina, populina.[9]

Saponinele sunt glicozizi care dau emulsii stabile cu acizii grași, reduc tensiunea superficială a apei și au efect spumant. În mod obișnuit, saponinele sunt prezente în plante, cum ar fi: săpunarița, valul miresei, ciulinul roșu și ciulinul alb. Atunci când sunt introduse în organism, aceste substanțe duc la hemoliza globulelor roșii, eliberează hemoglobina și efectul este toxic. [12]

Mucilagiile vegetale sunt polizaharide care în prezența apei se umflă, formează geluri asemănătoare substanțelor din tractusul digestiv, iar dacă apa este caldă formează soluții coloidale. În plante au rolul de a reține apa. Mucilagiile sunt prezente în frunzele și rădăcinile de nălbă, semințe de in, lumânărică, crețșoară, obligeană, praz, țelină, brusture, muștar negru, pătlagina, schinel.[3]

Taninurile sunt substanțe aromatice din grupa polifenolilor, prezente în Rosaceae, Salicaceae, Polygonaceae etc [3]. Au o compoziție chimică foarte diferită și prezintă caracteristica de a coagula albuminele, metalele grele și alcaloizii. Au efect antitoxic și sunt solubile în apă. Cantități semnificative de tanin sunt prezente în coaja de stejar, salcie, anin, în frunze și fructe de afin, răchită, nuc, iar în cantități mai reduse, se află în numeroase alte plante.[12]

Uleiurile volatile (eterice), sunt substanțe neazotoase, volatile, formate mai ales din terpene și derivații lor, insolubile în apă, solubile în uleiuri grase sau solvenți organici. Sunt lichide volatile cu miros caracteristic ce există într-un număr foarte mare de plante, fiind produse în țesuturi specifice, acumulându-se în toate organele plantei. Uleiul volatil dintr-o anumită plantă are aroma specifică plantei respective, conține un complex de substanțe, dar specifică este doar o anumită substanță. De exemplu: la mentă, principalul component al uleiului volatil este mentolul, la cimbrisor este timolul, la mărar este anetolul, la lavandă este linaloolul, pentru melisă este citralul.

Uleiurile volatile sunt utilizate pentru obținerea parfumurilor, în cosmetică, dar și pentru corectarea gustului și aromei unor medicamente. Uleiurile volatile au efect dezinfectant (pentru căile respiratorii și digestive), bactericid,

membrane irritant effect. These oils can be used as flavoring in the kitchen or in the manufacture of charcuterie. They present, however a disadvantage, because they are difficult to preserve. Must be kept in airtight containers in the dark because they are oxidizing in the light. [9]

Fatty oils (lipids) present in some species of medicinal herbs or their seeds, are liquid at ambient temperature, insoluble in water, soluble in organic solvents. Their therapeutic effects recommended to be used in the form of various creams for external treatments. Vegetable oils can be used as solvent for some substances or they may contain other substances used for therapeutic substances (e.g., castor oil). [12]

Resins are complex substances, solid or semiliquid-chemically similar to essential oils, which are recognized by the strong smell, with antimicrobial and purgative actions. [3]

Phytoncides are organic substances with antimicrobial activity present in garlic, radish, onion. [3]

MATERIALS AND METHODS

Factors influencing the extraction process depend on plant properties from the plant part used, the solvent used, the temperature, pressure and extraction time. Bioactive components of different parts of the plant are found in different parts of the plant, such as leaves, stem, flowers and fruit. [1]

Plant bodies crumble into small fragments: leaves, flowers, herba from 5 mm to 1 mm leathery leaves, stems, bark and underground organs under 3 mm, fruits and seeds under 0.5 mm. [12]

Most solvents used in industry using plant extracts are: *water* (for salts of alkaloids, glycosides, sugars, pectin mucilaginous material, protides or colors, enzymes, tannins, etc.), *alcohol* (for oils, oil, tannins, alkaloids base and their salts, glycosides, resins, chlorophyll etc.), *diethylether* (the alkaloid bases, resins, oils etc.). [14]

The ratio between the vegetable product and the solvent varies depending on the vegetable product and the solvent used. Generally the solvent used is alcohol, herbal products containing a highly active ratio is 1/5 and for the other tinctures this report is 1/10.

Solvents must dissolve and extract with high efficiency most of the active components and contain fewer inert matter without therapeutic value. Chosen solvent should have a low boiling point so that its use should be as economically as possible. [14]

Qualitative and quantitative studies of bioactive substances from plant material are based on the choice of extraction methods found appropriate. Extraction is the most important operation in the study of medicinal plants with a role in obtaining the final result.

The extraction of bioactive compounds can be achieved by one of the following methods: maceration, percolation, decoction, accelerated solvent extraction, microwave assisted extraction, ultrasound extraction, supercritical extraction. [10]

In order to identify the components of the composition of essential oils, they were analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry. Volatile oil content in the analyzed samples, and the chemical composition of essential oils varies by species / variety processed. [4]

RESULTS

Experimental results on the extraction and identification of biologically active compounds from different medicinal and aromatic plants are numerous, worldwide. Table 1 shows the percentage of major biochemical constituents of volatile oils (essential) extracted from different medicinal and aromatic plants.

expectorant, antireumatic și iritant al mucoaselor. Aceste uleiuri pot fi folosite și ca arome în bucătărie sau la fabricarea mezelurilor. Prezintă, însă, inconvenientul că sunt dificil de conservat. Trebuie păstrate în recipiente închise ermetic, la întuneric, deoarece se oxidează la lumină. [9]

Uleiurile grase (lipide) prezente în unele specii de plante medicinale sau în semințele acestora, la temperatura mediului ambiant sunt lichide, insolubile în apă, solubile în solvenți organici. Efectele lor terapeutice le recomandă să fie utilizate sub forma diferitelor creme pentru tratamente externe. Uleiurile vegetale pot fi utilizate și drept solvent pentru alte substanțe sau pot conține chiar anumite substanțe cu efect terapeutic (ex. ulei de ricin). [12]

Rășinile sunt substanțe complexe, solide sau semilichide, chimic apropiate de uleiurile eterice, care se recunosc prin mirosul puternic, având acțiune antimicrobiană și purgativă. [3]

Fitoncidele sunt substanțe organice, cu acțiune antimicrobiană, prezente în usturoi, hrean, ceapă. [3]

MATERIALE SI METODA

Factorii care influențează procesul de extracție depind de proprietățile plantelor, de partea folosită din plantă, de solventul folosit, de temperatură, presiune și timpul de extracție. Componentele bioactive se găsesc în diferite părți din planta, cum ar fi în frunze, tulpină, flori și fructe. [1]

Organele plantelor se fărâmițează în fragmente mici: frunze, flori, herba până la 5 mm, frunzele pietroase până la 1 mm, tulpinile, coaja și organele subterane sub 3 mm, fructele și semințele, sub 0,5 mm. [12]

Cei mai utilizați solvenți folosiți în industria extractelor vegetale sunt: *apa* (pentru saruri ale alcaloizilor, glicozizi, zaharuri, materii mucilaginoase pectice, protidice sau colorante, enzime, taninuri etc.), *alcoolul etilic* (pentru uleiuri volatile, hidrocarburi, taninuri, alcaloizi baze și saruri ale acestora, glicozizi, rezine, clorofila etc.), *eterul etilic* (pentru alcaloizi baze, rezine, uleiuri volatile etc.). [14]

Raportul dintre produsul vegetal și solvent variază în funcție de produsul vegetal dar și de solventul utilizat. În general când solventul utilizat este alcoolul, la produsele vegetale care conțin substanțe puternic active raportul este 1/5 iar pentru celelalte tincturi acest raport este 1/10.

Solvenții trebuie să dizolve și să extragă cu randament ridicat majoritatea componentelor active și să conțină cât mai puține materii inerte fără valoare terapeutică. Solventul ales trebuie să aibă un punct de fierbere cât mai scăzut astfel încât întreținerea lui să fie cât mai economică. [14]

Studiile calitative și cantitative a substanțelor bioactive din materiile vegetale se bazează pe alegerea unei metode de extracție corespunzătoare. Extracția este operația cea mai importantă din studiul plantelor medicinale având un rol esențial în obținerea rezultatului final.

Extracția compusilor bioactivi se poate realiza prin una din următoarele metode: macerare, percolare, decoctie, extracție accelerată cu solvent, extracție asistată de microunde, extracție cu ultrasunete, extracție cu fluid supercritic. [10]

În scopul identificării componentelor din compoziția uleiurilor volatile, acestea au fost analizate prin gaz-cromatografie cuplata cu spectrometrie de masă. Continutul probelor analizate în ulei volatil, cât și compoziția chimică a uleiurilor volatile variază în funcție de specie / varietatea prelucrată. [4]

REZULTATE

Rezultate experimentale privind extracția și identificarea compusilor biologic activi din diferite plante medicinale și aromatice sunt numeroase, pe plan mondial. În tabelul 1 se prezintă procentual, principalii constituenți biochimici ai uleiurilor volatile (esențiale) extrase din diferite plante medicinale și aromatice.

Table 1

The main constituents of essential oils obtained from aromatic and medicinal plants

Plant	Important biologically active compounds	The average content of compound [%]	References
Origanum vulgare (oregano)	carvacrol	64.5	[15]
	p-cymene	10.9	
	γ -terpinene (1.4 – limonene)	10.8	
Coriandrum sativum (coriander)	linalool	71.2	[13]
	α -pinene	7.8	
	camphor	4.3	
Ocimum basilicum (basil)	linalool	30.33	[4]
	germacrene D	6.33	
	geraniol	4.01	
Satureja hortensis (savory)	carvacrol	50	[13]
	thymol	9.6	
	borneol	2.41	
Thymus vulgare (thyme)	thymol	48.92	[15]
	p-cymene	18.99	
Artemisia absinthium (wormwood)	α -thujone	49.3	[5]
	β -thujone	15	
	1.8-cineole (eucaliptol)	4.5	
	camphor	3.9	
Rosmarinus officinalis (rosemary)	1.8-cineole (eucaliptol)	42	[8]
	camphor	13.99	
	α -pinene	11.92	
Salvia officinalis (sage)	α -thujone	24.8	[7]
	1.8-cineole (eucalyptol)	14.8	
	borneol	11.1	
	camphor	10.9	
Matricaria chamomilla (chamomile)	bisabolol	64	[13]
	chamazulene	2.2	
Lavandula angustifolia (lavender)	linalool	72	
	α -pinene	3.2	
	E-caryophyllene	3.2	
Rosa canina (rose)	citronellol	51.3	
	geraniol	25.8	
Pelargonium graveolens (geranium)	citronellol	39	
	geraniol	11.3	
Viola tricolor (violet)	triacetin	53.7	
	α -ionone	9.4	
Pimpinella anisum (anise)	E-anethole	91.8	
	methyl chavicol	3.6	

Table 2 shows the total phenolic content of tannins and five types of lyophilized extract obtained from the leaves of plants.

In tabelul 2 se prezinta continutul in taninuri si fenoli totali a cinci tipuri de extracte liofilizate obtinute din frunzele unor plante.

Table 2

Tannins and total phenolic content in extracts of freeze-dried leaf [6]

The leaf extract of:	Tannins [g/100 g]	Total phenols [mg/g]
Robinia pseudoacacia (acacia)	59.1	209
Salix sepulcralis (willow)	13.8	88.3
Rosa multiflora (Japanese rose)	18	58.4
Quercus alba (oak)	20.4	248.5
Acer rubrum (maple)	38	256

CONCLUSIONS

Medicinal and aromatic plants are the basic remedies to obtain therapeutic products. They contain biologically active substances of vegetal nature quality properties having side effects absent or mild in the

CONCLUZII

Plantele medicinale și aromatice sunt remedii de bază în obținerea produselor terapeutice. Ele conțin substanțe biologice active cu proprietăți calitative de natură vegetală care au efecte secundare absente sau de intensitate mică

metabolism of the whole body.

Superior capitalization involves extraction of natural medicinal potential biologically active substances from medicinal and aromatic plants or essential oils. With a wide range of uses, these essential oils have high economic value.

Complex therapeutic effects of medicinal plants are explained by the fact that each plant species contains several bioactive substances. Interest for each plant is given by certain bioactive substances which is characteristic or complex substance useful for various purposes such as increasing muscle mass, burn fat, antioxidant, hepatoprotective, antimicrobial antiulcerativ, antibiotic, adaptogen, radioprotectant etc

In the production of medicinal and aromatic plants product quality is given by bioactive substances content. Therefore, it is important to know the biologically active substances contained in plants to assess the therapeutic value and extraction or isolation methods of these bioactive substances, so that action can be more effective.

REFERENCES

- [1] Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M.H.A., Ghafoor K., Norulaini N.A., N., Omar A.K.M., (2013) – *Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials :A review*, Journal of Food Engineering 117, 426 – 436;
- [2] Buchgraber, Frühwirth, Köppl, Krautzer, (2009) – *Rare valuable crop production*, M.A.S.T., Publishing House, Bucharest, ISBN 978-973-8011-92-2;
- [3] Dihoru A., Dihoru G. (2008) - *Plants used in human and animal digestion*, Publishing House Ars Docendi, Bucharest, ISBN 978-973-558-376-7;
- [4] Gille E., Danila D., Hanceanu M. (2006) - *Evaluation of phytochemical extracts of Ocimum sp.*, Romanian Biological Sciences, Vol. IV, No.3-4, pg. 21–32;
- [5] Hedi M., Hafedh H., Ahmed A., Hanen N., Mohamed N. (2010) - *Antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia herba-alba essential oil cultivated in Tunisian arid zone*, Comptes Rendus Chimie 13 380–386, www.sciencedirect.com;
- [6] Katiki M. Luciana, Ferreira F.S. Jorge, Gonzalez M. Javier, Zajac M. Anne, Lindsay S. David, Chagas S. Ana Carolina, Amarante F.T. Alessandro (2013) - *Antihelmintic effect of plant extracts containing condensed and hydrolyzable tannins on Caenorhabditis elegans, and their antioxidant capacity*, Veterinary Parasitology 192 218–227, www.elsevier.com/locate/vetpar;
- [7] Longaray Delamare Ana Paula, Moschen-Pistorello Ivete T., Artico Liane, Atti-Serafini Luciana, Echeverrigaray Sergio (2007) - *Antibacterial activity of the essential oils of Salvia officinalis L. and Salvia triloba L. cultivated in South Brazil*, Food Chemistry 100 603–608, www.elsevier.com/locate/foodchem;
- [8] Mounchid K., Bourjilat F., Dersi N. etc, (2004) - *Toxicity of south Morocco Rosmarinus officinalis essential oil: antibacterial and histopathological effects*, Actes Inst. Agron. Vet (Maroc), vol.24 (3 & 4):139-145;
- [9] Muscalu A., Vladut V., Pruteanu A., Nitu M. (2012) – *Harvesting and processing of medicinal and aromatic plants*, Terra Nostra Science Publishing House, Iasi, Romania, ISBN 978-606-623-012-4;
- [10] Păun G., Gheorghe O., Diaconu M. (2012) - *Medicinal plants advanced processing (guide)*, MedPlaNet Project;
- [11] Roman G.V., Toader M., Epure L. I. (2009) – *Cultivation of medicinal and aromatic plants in organic farming conditions*, Ceres Publishing House, Bucharest, ISBN 978-973-40-0823-0;

în metabolismul întregului organism uman.

Valorificarea superioara a potentialului medicinal natural presupune extractia substantelor biologice active din plante medicinale si aromatice, respectiv a uleiurilor esentiale. Avand o gama foarte larga de domenii de utilizare, aceste uleiuri esentiale au valoare economica ridicata.

Efectele terapeutice complexe ale plantelor medicinale se explica prin faptul ca fiecare specie vegetala contine mai multe substante bioactive. Interesul pentru fiecare planta este dat de o anumita substanta bioactiva care ii este caracteristica sau de un complex de substante, utile in diferite scopuri, cum ar fi: mărirea masei musculare, arderea grăsimii, antioxidanți, hepatoprotectoare, antimicrobiene, antiulcerativ, antibiotic, adaptogen, radioprotector etc.

In productia de plante medicinale si aromatice calitatea produselor este data de continutul in substante bioactive. Asadar, este importanta cunoasterea substantelor biologice active continute in plante pentru a se aprecia valoarea terapeutica si modul de extractie sau izolare a acestor substante bioactive, astfel incat actiunea sa fie cat mai eficienta.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M.H.A., Ghafoor K., Norulaini N.A., N., Omar A.K.M., (2013) – *Tehnici de extractie a compusilor bioactivi din plante medicinale. O revizuire*, Journal of Food Engineering 117, 426 – 436;
- [2] Buchgraber, Frühwirth, Köppl, Krautzer, (2009) – *Cultura plantelor valoroase rare*, Editura M.A.S.T., Bucuresti, ISBN 978-973-8011-92-2;
- [3] Dihoru A., Dihoru G. (2008) - *Plante utilizate în digestia la om și animale*, Editura Ars Docendi, București, ISBN 978-973-558-376-7;
- [4] Gille E., Danila D., Hanceanu M. (2006) - *Evaluarea fitochimica a unor extracte de Ocimum sp.*, Romanian Biological Sciences, Vol. IV, No.3-4, p. 21–32;
- [5] Hedi M., Hafedh H., Ahmed A., Hanen N., Mohamed N. (2010) – *Activitatea antioxidantă și antimicrobiană a uleiului esențial de Artemisia herba-alba cultivată în zona arida Tunisian*, Comptes Rendus Chimie 13 380–386, www.sciencedirect.com;
- [6] Katiki M. Luciana, Ferreira F.S. Jorge, Gonzalez M. Javier, Zajac M. Anne, Lindsay S. David, Chagas S. Ana Carolina, Amarante F.T. Alessandro (2013) - *Efectul antihelmintic din extracte de plante care conțin taninuri condensate și hidrolizabile la Caenorhabditis elegans, și capacitatea lor antioxidantă*, Veterinary Parasitology 192 218– 227, www.elsevier.com/locate/vetpar;
- [7] Longaray Delamare Ana Paula, Moschen-Pistorello Ivete T., Artico Liane, Atti-Serafini Luciana, Echeverrigaray Sergio (2007) – *Activitatea antibacteriană a uleiului esențial de Salvia officinalis L. și Salvia triloba L. cultivate în sudul Braziliei*, Food Chemistry 100 603–608, www.elsevier.com/locate/foodchem;
- [8] Mounchid K., Bourjilat F., Dersi N. etc, (2004) - *Toxicitatea uleiului esențial de Rosmarinus officinalis din sudul Marocului: efecte antibacteriene și histopatologice*, Actes Inst. Agron. Vet (Maroc), vol.24 (3 & 4):139-145;
- [9] Muscalu A., Vladut V., Pruteanu A., Nitu M. (2012) - *Recoltarea și procesarea primară a plantelor medicinale și aromatice*, Editura Terra Nostra, Iasi, Romania, ISBN 978-606-623-012-4;
- [10] Păun G., Gheorghe O., Diaconu M. (2012) - *Ghid de procesare a plantelor medicinale*, MedPlaNet;
- [11] Roman G.V., Toader M., Epure L. I. (2009) – *Cultivarea plantelor medicinale și aromatice în condițiile agriculturii ecologice*, Editura Ceres, Bucuresti, ISBN 978-973-40-0823-0;

- [12] Roman Gh.V., Toader M. And colab. (2007) – Practical Guide – *Cultivation of medicinal plants in organic farming*, Ed. Rentrop & Sttraton, Bucharest;
- [13] Stevic T., Beric T., Savikin K., Sokovic M., Godevac D. , Dimkic I., Stankovic S. (2014) - *Antifungal activity of selected essential oils against fungi isolated from medicinal plant*, Industrial Crops and Products 55 116–122, www.elsevier.com/locate/indcrop;
- [14].Stoian I., Savopol E. (1977) – *Pharmaceutical vegetal extracts*, Medical Publishing House, Bucharest;
- [15] Stojković D., Glamočlija J., Cirić A., Nikolić M., Ristić M.,etc. (2013) - *Ivestigation on antibacterial synergism of Origanum vulgare and Thymus vulgaris essential oils*, arch. Biol. Sci., Belgrade, 65 (2), 639-643, DOI:10.2298/ABS1302639S.
- [12] Roman Gh.V., Toader M. și colab. (2007) - Ghid practic – *Cultivarea plantelor medicinale în sistem ecologic*, Ed. Rentrop & Sttraton, București;
- [13] Stevic T., Beric T., Savikin K., Sokovic M., Godevac D. , Dimkic I., Stankovic S. (2014) - *Activitatea antifungică a unor uleiuri esențiale selectate din plante medicinale asupra unor fungi izolați*, Industrial Crops and Products 55 116–122, www.elsevier.com/locate/indcrop;
- [14].Stoian I., Savopol E. (1977) – *Extrakte farmaceutice vegetale*, Editura Medicala, Bucuresti;
- [15] Stojković D., Glamočlija J., Cirić A., Nikolić M., Ristić M.,etc. (2013) – *Investigatii ale sinergismului bacterian din uleiuri esentiale de Origanum vulgare si Thymus vulgaris* , arch. Biol. Sci., Belgrade, 65 (2), 639-643, DOI:10.2298/ABS1302639S.

ECONOMIC AND LOGISTICAL ANALYSIS OF FOIL COVERED FIELD CUCUMBER PRODUCTION TECHNOLOGY

FÓLIAALAGUTAS SZABADFÖLDI ZÖLDSÉGTERMELES-TECHNOLÓGIA ÖKONÓMIAI ÉS LOGISZTIKAI ELEMZÉSE

Assoc. Prof. Ph.D. Eng. László Mago

Szent István University, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Engineering Management, Department of Logistics and Materials Handling, Hungary - 2103 Gödöllő, Páter K. str. 1,
Tel: +36-28-522044; E-mail: Mago.Laszlo@gek.szie.hu

Abstract: In the paper we present the up-to-date mechanized production technology of cucumber production from ridge bed preparation till harvesting including transporting as well. By the presentation of the performance and economic data of machines necessary for production, we are emphasizing the significant volume of transport tasks in the production technology of pickled cucumber. We can conclude that the machine work costs of field foil covered cucumber production compared to the production costs of other field vegetable varieties are high. In the present production technology the costs of machine operations and cost of material handling are about 14 Euro Cent/kg concerning the production cost of cucumber. It can be stated on the basis of the results that the total operational cost of the machines amounts 1688 EUR per hectare, which includes the cost of transport and material handling in value of 390 EUR/ha. Special attention is to be paid to the machine operations like foil tunnel preparation, picking and planting which the most costly ones are representing about 12, 13 and 17 % of the total machine operation costs. It is worth mentioning that cost of transport and material handling takes the highest value, about 23 % of the total cost of mechanisation.

Keywords: Foil Covered Field Vegetable Production, Logistic, Mechanisation, Economic, Machine Cost, Material handling

INTRODUCTION

The subject of the present study is the mechanized production of pickling cucumber developing rapidly in the last years. [2], [7]

The cucumber is one of the most important vegetable crops in Hungary. The home consumption and the exported quantity is also remarkable. Regarding the production area and the quantity produced pickled cucumber is the most significant in Hungary. The production area is roughly 3-4 thousand hectares.

The most important link in the chain of production and distribution is the solid inland processing industrial background which is essential for the export of fresh products as well. [3]

By the presentation of the performance and economic data of machines necessary for production, we are emphasizing the significant volume of transport tasks in the production technology of pickling gherkins [1], [4].

Összefoglalás: A cikk a konzervuborka, korszerű, gépesített termelés technológiáját mutatja be az ágyás-készítéstől a betakarításon át a szállítás műveletéig.

A tapasztalatok értékelésével és közreadásával a termeléshez szükséges gépek üzemi és gazdaságossági mutatóink ismertetésével a korszerű uborkatermelési technológiában jelentkező szállítási feladatok jelentőségét kívánjuk kiemelni. Vizsgálataink bizonyítják, hogy a szabadföldi fóliatakarásos uborka-termelés gépi munka költségei az egyéb szabadföldi zöldségfajták termelési költségeihez viszonyítva is jelentősek. Az ismertetett termelés-technológia alapján a gépi munkák és az anyagmozgatás költségei a végtermék önköltségét tekintve 14 Euro Cent/kg-ot tesznek ki. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az össz géphasználati költség hektárra vetített értéke 1688 EUR, amely mintegy 390 EUR értékben a szállítási és anyagmozgatási feladok költségeit is tartalmazza. Megállapítható, hogy a igencsak figyelmet igénylő gépi munkaműveletek az ágyás- és fóliaalagút-készítés, a betakarítás és a palántázás a maguk 12, 13 és 17 %-os költségarányukkal. Leszögezhetjük azonban, hogy a szállítási és az anyagmozgatási feladatok a legjelentősebb költségviselők, s az össz gépi munka költség mintegy 23 %-át teszik ki.

Kulcsszavak: Fóliatakarásos szabadföldi zöldségtermelés, Logisztika, Gépesítés-ökonómia, Gépi költségek, Anyagmozgatás

BEVEZETŐ

Ez az anyag az utóbbi években jelentős fejlődésnek indult konzervuborka gépesített termelésével foglalkozik. [2], [7]

Az uborka fontos zöldségnövényünk, jelentős mennyiség kerül belföldi fogyasztásra, ill. exportra. Magyarországon a termőterület és a termelt mennyiség szempontjából legjelentősebb a konzervuborka, melynek területe 3-4ezer hektárra tehető.

A termeltetés, forgalmazás legfontosabb láncszeme a biztos belföldi feldolgozóipari háttér, amely a frissáru exporthoz is elengedhetetlen. [3]

A cikk a konzervuborka, korszerű, gépesített termelés technológiáját mutatja be. A tapasztalatok értékelésével és közreadásával a termeléshez szükséges gépek üzemi és gazdaságossági mutatóink ismertetésével a korszerű uborkatermelési technológiában jelentkező szállítási feladatok jelentőségét kívánjuk kiemelni [1], [4].

MATERIAL AND METHOD**Presentation Of The Production Technology**

The machine technology of production is presented on the basis of Table 1. The table shows the operations, the machine applied for the certain operation, and the power category of the power machine connected to it. The Table 2 shows the shift performance of the connected machines. Some of the economic data are also included: the price of the working machine and the power machine in the year 2013, the operational cost of the same per shift hour together with the operational cost of the connected machines [5]

ANYAG ÉS MÓDSZER**A termelés technológiájának bemutatása**

A termelés gépi technológiájának bemutatása az 1. táblázat alapján történik. A táblázat tartalmazza a munkaműveleteket, az adott művelet során alkalmazott munkagépet és az ahhoz kapcsolt erőgép teljesítménykategóriáját. A 2. táblázat ismerteti a gépkapcsolat műszakteljesítményét, az. ökonómiai adatok közül a munkagép és az erőgép 2013. évre vonatkozó beszerzési árát, és műszakórára jutó használati költségét, valamint a gépkapcsolat használati költségét [5].

Table 1

The machine technology of production of foil covered field cucumber production
Szabadföldi fóliaalagutas uborkatermelés munkaműveleteinek erő-és munkagépkapcsolatai

Operations	Type of machine applied in the technology	
	working machine	power machine
Stubble ploughing	Kühne 770-7,2 disc harrow	140 kW tractor
Medium deep loosing	RÁBA 10-14/5	140 kW tractor
Spreading organic manure	AGRO 65 TSZ tandem	60 kW tractor
Fertilizer transport	MBP 6,5 R	60 kW tractor
Spreading of fertilizer	Tornado 5	70 kW tractor
Deep ploughing	Kühne 720-7/6-16-M-TJ	140 kW tractor
Fertilizer transport	MBP 6,5 R	60 kW tractor
Spreading of fertilizer	Tornado 5	70 kW tractor
Ploughing processing	S-2 H/M	140 kW tractor
Seed bed preparation	Lemken Korund 600 K	140 kW tractor
Levelling the surface	Kühne KH - 5,6 S	60 kW tractor
Ridge bed preparation	Hortus HPD-165	70 kW tractor
Mulching, hauling in the hosepipe	AF 1	70 kW tractor
Water supply	DETK-115 tanker	60 kW tractor
Transport of plantlets	MBP - 6,5	60 kW tractor
Planting	Fedele Mario	70 kW tractor
Preparation of foil tunnel	AFF-1000	70 kW tractor
Irrigation	Nadir	
Spray mixture transport (12x)	DETK-115 tanker	70 kW tractor
Spraying (12x)	Gambetti GB E. 1500/16 v	60 kW tractor
Picking	Steiger	70 kW tractor
Transport	MBP - 6,5 – 2 pcs	60 kW tractor
Transport following pre-grading	HL 92.02 road	Trailer

The Major Machines Of The Production Technology

The technology is based on drop irrigation, soil-cover cultivation method for which ridge forming machine type HORTUS HPD-165 and foil and tube layer type AF1 is used. In order to further early ripening and crop safety plant covering foil tubes can be prepared by the machine type AFF-1000 [x].

For harvesting picking machines type STIEGER with picking belt (Fig. 1 and Fig. 2) are used by which crop can be harvested on the same territory 2-3-times a week without causing treading damage to the vegetation.

The machine is – subject to framing – attended by 16-28 hand picking workers working in a lying position in order to avoid treading the vegetation. The collecting belt of the machine mounted on a tractor collects and forwards the cucumber into the trailer pulled by the power machine.

A termelés technológia főbb gépeinek ismertetése

A vizsgált technológia, csepegtető öntözéses, talajtakarásos termesztési módra alapozódik, amelyhez HORTUS HPD-165 ágyáskészítő gépet és AF1 fólia és csőfektető gépet használnak. A koraiság növelése, valamint a termésbiztonság fokozása érdekében lehetőség van növénytakaró fóliaalagút készítésére is, az AFF-1000 típusú gép segítségével [x].

A betakarításhoz szedőszalagos STIEGER szedőgépek szolgálnak, (1 és 2 ábra) amelyekkel hetenként 2-3 alkalommal is meg lehet szedni a területet anélkül, hogy a szedés-taposási károkat okozna a növényzetben.

A gépet - kialakítástól függően - 16-28 kézi szedőmunkás szolgálja ki, akik fekvő testhelyzetben dolgoznak, így szedés közben nem tapossák a növényzetet. A traktorra szerelt gép gyűjtőszalagja összegyűjti és az erőgép által vontatott pótkocsiba juttatja az uborkát.

Table 2

The basic economic data of the operations of cucumber production

Operations:	Shift performance (ha / hour)	Price of		Direct cost of operation		
		working machine	power machine	working machine	power machine	total
		(th EUR)		(EUR/hour)		
Stubble ploughing	3	19	141	10	29	39
Medium deep loosing	1,2	3,6	141	3	29	32
Spreading organic manure	0,7	7,1	65	4	16	19
Fertilizer transport	4	6	65	2	16	18
Spreading of fertilizer	4	9,6	72	6	19	26
Deep ploughing	1,5	8,3	141	6	29	36
Fertilizer transport	4	6	65	2	16	18
Spreading of fertilizer	4	9,6	72	6	19	26
Ploughing processing	4,8	7,4	141	7	29	37
Seed bed preparation	4	14	141	9	29	39
Levelling the surface	3,8	5,7	65	4	16	19
Ridge bed preparation	0,4	10	72	12	19	31
Mulching, hauling in the hosepipe	0,25	4,3	72	3	19	22
Water supply	0,9	6,8	65	4	16	20
Transport of plantlets	4	6	65	2	16	18
Planting	0,1	3,6	72	4	19	24
Preparation of foil tunnel	0,2	7,4	72	14	19	33
Irrigation	0,25	8,8	0	24	0	24
Spray mixture transport (12x)	4,8	6,8	72	4	19	23
Spraying (12x)	4,8	16	65	9	16	25
Picking	0,2	44	72	16	19	35
Transport		12	65	4	16	20
Transport following pregrading		7,5	33	3	20	22

According to measurements, the structure of the machine creates an appropriate position for the picking workers and fulfils the tasks of transport within the field at the same time [6].

A mérések tanúsága szerint a gép felépítése megfelelő testhelyzetet teremt a szedést végző munkások számára, és egyúttal megoldja a táblán belüli szállítási feladatokat is [6].



Fig. 1 - The mass transport on the belt conveyor and the position of picking personnel on the machine



Fig. 2 - Belt cucumber picking carriage type STEIGER

RESULTS

The results of the economic survey of cucumber production on a 20 hectare area are shown in Table 3. Apparently, the machine working time necessary for the cultivation of the 20 hectare growing area in case of connected machines has been stipulated related to the individual operations. Based on this, the direct operational cost of the connected machines can be easily calculated by multiplying the *direct operational cost of the machine per shift hour* (Table 2) with the effective working time. As a result, the cost of the individual operations related to 20 hectare growing area has been defined the total production costs of cucumber production on 20 hectares and also the specific cost per hectare has been determined. The costs of field cucumber production and harvesting are specified in the Table 3.

It can be stated on the basis of the results that the operational cost of the working machines (11.196 EUR) is the half of the power machines (22.567 EUR). The total operational cost amounts to 33.763 EUR, 1688 EUR per hectare.

The investment cost of the machines applied in the production technology is 510.396 EUR out of which the purchasing price of the working machines amounts to 197.300 EUR, which equals about 39 % of the total investment cost. The purchasing price of the power machines is 313.096 EUR, about 61 % of the total cost of machines.

In case of power machines it can be stated that one power machine with an engine capacity of 140 kW is needed for the hard cultivation works. The tasks of nutrients delivery, ridge-bed preparation, mulching, hauling the hosepipe, planting, foil tunnel preparation, plant protection, harvesting and tractor delivery are fulfilled by a 70 kW main and a 60 kW aid machine. A low-cost trailer can be used for the road transportation of the product. With this selection of power machines lower acquisition costs and a more effective utilization of power machines can be achieved [8].

Cucumber production on 20 ha demands 1080 shift hours of machine work, out of which the two lower capacity tractors represent a great proportion, about 800. In comparison to this the 44 shift hour performance of the

EREDMÉNYEK

A 3. táblázatban a 20 ha-on végzett uborka-termelés ökonómiai vizsgálatának eredményei olvashatók. Látható, hogy az egyes munkaműveletekhez kapcsolódóan meghatározásra került a gépkapcsolatok esetében a 20 ha termőterület műveléséhez szükséges gépi munkaidő, s ez alapján könnyen kiszámolható a gépkapcsolatok közvetlen gépüzemeltetési költsége, amely a *műszakóra*ra jutó *gépüzemeltetési közvetlen költség* (2. táblázat) és a ledolgozott munkaidő szorzata. Eredményül kaptuk az egyes műveletek 20 ha-os volumenéhez kapcsolódó költségeit, amelyek összegzésével megkapjuk a 20 ha uborka-termelés összköltségét, s a hektáronkénti fajlagos költséget is. A táblázatban részleteiben bemutatjuk a szabadföldi termelés és betakarítás költségeit.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a munkagépek használati költsége (11.196 EUR) a felét teszi ki az erőgépek használati költségének (22.567 EUR), az össz géphasználati költség pedig 33.763 EUR. Egy hektárra vetített értéke 1688 EUR.

A termelés technológiában alkalmazott gépek beruházási költsége 510.396 EUR. Ezen belül a munkagépek beszerzési értéke 197.300 EUR-ot tesz ki, ami 39 %-a az össz beruházási költségnek, amíg az erőgépek beszerzési értéke 313.096 EUR, ez pedig mintegy 61 %-a az össz gép árának.

Az erőgépek esetében megfigyelhető, hogy a nehéz talajmunkák végzéséhez 1 db 140 kW motorteljesítményű erőgép szükséges, míg a tápanyag-utánpótlás, az ágyáskészítés, a talajtakarás, öntözőcső behúzás, palántázás, a fóliaalagút készítés, a növény-védelem, betakarítás és traktoros szállítás feladatait egy 70 kW-os vezérgép és egy 60 kW-os segédtraktor látja el. A termés közúti szállítását, pedig alacsony költségű közúti pótkocsi szállítójárművel végezzük. Az erőgépek ilyen rendszerű alkalmazásával alacsonyabb beszerzési költség, valamint jobb erőgép-kihasználtság valósul meg [8].

Húsz hektáron az uborka-termelés gépi munka igénye 1080 műszakóra, amelyből a két kisebb teljesítményű traktor mintegy 800 műszakórát teljesít. Emellett a nagyteljesítményű erőgép talajművelés során

high capacity power machine in the course of cultivation is negligible. Road transport with its 150 shift hour capacity demand is one of the most time-demanding operations.

teljesített 44 órás műszak-tejesítése eltörpül. A közút szállítás 150 műszakórás kapacitásával az időigényes műveletek közé sorolható.

Table 3

The economical indices of the operations of foil covered field cucumber production on 20 ha

Operations:	Machine working hours (h)	Cost of operation (EUR)
Stubble ploughing	6	284
Medium deep losing	16	616
Spreading organic manure	28	672
Fertilizer transport	5	106
Spreading of fertilizer	5	153
Deep ploughing	13	553
Fertilizer transport	5	106
Spreading of fertilizer	5	153
Ploughing processing	4	176
Seed bed preparation	5	234
Levelling the surface	5	118
Ridge bed preparation	50	1958
Mulching, hauling in the hosepipe	80	2120
Water supply	22	531
Transport of plantlets	5	106
Planting	200	5773
Preparation of foil tunnel	100	4170
Irrigation	80	2388
Spray mixture transport (12x)	48	1351
Spraying (12x)	48	1503
Picking	100	4441
Transport	100	2407
Transport following pregrading	150	3844
Canning industry technology - total	1.080	33763
Cost per hectare (EUR/ha)		1688

CONCLUSIONS AND PROPOSALS

The machine work costs of field foil covered cucumber production compared to the production costs of other field vegetable varieties are high [8].

The significant hand labour demand is characteristic of this product by planting as well as by the preparation of the foil tunnel but first of all by harvesting when the expert and quality work of 28 persons might as well be needed.

A high quality final product can be ensured through hand picking, but it comes at a price. The picking personnel of 16-28 persons represents a remarkable loan cost.

In the present production technology the costs of machine operations and cost of material handling is 14 Euro Cent/kg besides a calculated average yield of about 12 t/ha.

It can be stated that special attention is to be paid to the machine operations like foil tunnel preparation, picking and planting which the most costly ones are representing about 12, 13 and 17 % of the total machine operation costs. It is worth mentioning that cost of transport and material handling takes the highest value, about 23 % of the total cost of mechanisation.

REFERENCES

[1]. Daróczy M. (2013) - *The Contribution of Agricultural Machinery to Sustainable Agriculture*, Proceedings of the First International Symposium on Agricultural Engineering,

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Vizsgálataink bizonyítják, hogy a szabadföldi fóliatakarásos uborka-termelés gépi munka költségei az egyéb szabadföldi zöldségfajták termelési költségeihez viszonyítva is jelentősek [8].

E termékre jellemző a jelentős kézi munkaerő igény, amely mind a palántázáskor, mind a fóliaalagút készítésekor, de legjelentősebben a betakarításkor jelenik meg, amikor akár 28 fő szakszerű és minőséges munkavégzését kell kialakítani.

A jó minőségű végeredmény a kézi betakarítás segítségével biztosítható. Mindennek azonban ára van. A 16-28 fős betakarító személyzet számottevő bérköltséget képvisel.

A cikkben csupán a gépi munkák költségeit vettük figyelembe, amelyek általánosan 12 t/ha termésátlaggal számolva 14 Euro Cent/kg-os termelési költség adódik.

Megállapítható, hogy az igencsak figyelmet igénylő gépi munkaműveletek az ágyás- és fóliaalagút-készítés, a betakarítás és a palántázás a maguk 12, 13 és 17 %-os költségarányukkal. Leszögezhetjük azonban, hogy a szállítási és az anyagmozgatási feladatok a legjelentősebb költségviselők, s az össz gépi munka költség mintegy 23 %-át teszik ki.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1]. Daróczy M. (2013) – *A mezőgazdasági gépesítés és a fenntarthatóság kapcsolata*, Első Nemzetközi Mezőgazdasági Gépesítési Szimpózium kiadványa, 2013.

4th-6th October 2013, Belgrade–Zemun, Serbia, pg. VIII 19-27;
 [2]. Đević M., Dimitrijević A. (2009) - *Greenhouse and open field tomato energy efficiency*, Agricultural Engineering, 34 (3), pg. 39-45.
 [3]. Dimitrijević A., Blažin S., Blažin D., Miodragović R., Mileusnić Z. (2013) - *Greenhouse Vegetable Production on the Small-scale Family Farms*, Proceedings of the First International Symposium on Agricultural Engineering, 4th-6th October 2013, Belgrade–Zemun, Serbia, pg. I 69-76;
 [4]. Dimitrijević A., Sica C., Miodragović R., Mileusnić Z. (2014) – *Air temperature and relative humidity distribution in the different greenhouse constructions*, Proceedings of the 42nd International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 25-28. February 2014. Proc. pg. 365-376.
 [5]. Gockler L. (2013) - *The Running Costs of Agricultural Machines in 2013*, Agricultural Mechanization, Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő, 32 pg;
 [6]. Hajdú J., Jakovác F. (2004) - *Special Machines of the Field Vegetable Production*, In: Dimény I., Fenyvesi L., Hajdú J.: Market oriented Vegetable Production, MGI books, Hungarian Institute of Agricultural Engineering, No. 3., 234. pg.;
 [7]. Hatirli S. A., Ozkan B., Fert C. (2006) - *Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production*, Ren. Energy, 31, pg. 427-438.
 [8]. Magó L. (2012) - *Mechanisation and Logistical Cost of the Field Vegetable Production Technologies*, Agricultural Engineering - Scientific Journal, Belgrade-Zemun, Serbia, December 2012, Vol. XXXVII. No 1, pg. 119-126.

október 4-6., Belgrade–Zemun, Serbia, p. VIII 19-27;
 [2]. Đević M., Dimitrijević A. (2009) – *Energiahatékonyság, üvegház és szabadföldi paradicsomtermelésben*, Mezőgazdasági Gépesítés, 34 (3), p. 39-45.
 [3]. Dimitrijević A., Blažin S., Blažin D., Miodragović R., Mileusnić Z. (2013) – *Üvegházban történő zöldségtermesztés kisüzemi családi gazdaságokban*, Első Nemzetközi Mezőgépező Szimpózium kiadványa, 2013. október 4-6., Belgrade–Zemun, Serbia, p. I 69-76;
 [4]. Dimitrijević A., Sica C., Miodragović R., Mileusnić Z. (2014) – *Hőmérséklet és relatív páratartalom eloszlás a különböző szerkezetű üvegházakban*, "Aktuális feladatok a mezőgépezésben" 42. Nemzetközi Szimpózium kiadványa, Opatija, Croatia, 2014. február 25-28. Proc. p. 365-376.
 [5]. Gockler L. (2013) – *Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2013-ban*, Mezőgazdasági Gépüzemeltetés, VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, 32 p.;
 [6]. Hajdú J., Jakovác F. (2004) – *A szántóföldi zöldségtermelés speciális gépei*. In: Dimény I., Fenyvesi L., Hajdú J.: Piactudatos zöldségtermelés. MGI könyvek, FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, No. 3., 234. p.;
 [7]. Hatirli S. A., Ozkan B., Fert C. (2006) – *Energia input és termés hozam közötti összefüggés üvegházban történő paradicsomtermesztésnél*, Ren. Energy, 31, p. 427-438.
 [8]. Magó L. (2012) – *Szabadföldi zöldségtermesztés technológiák gépesítési és logisztikai költségei*, Mezőgazdasági Gépesítés, Belgrade-Zemun, Serbia, 2012. december, Vol. XXXVII. No 1, p. 119-126.

EFFECT OF FREEZING STORAGE AND TREATMENTS WITH ANTIOXIDANTS IN QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF OKRA FRUITS

(ABELMOSCHUS ESCULUNTUS (L.) MOENTH CV. KHNESRI)

/

ABELMOSCHUS ESCULUNTUS تأثير الخزن بالتجميد والمعاملة بمضادات الأكسدة في الصفات النوعية لثمار
(L.)MOENTH CV. KHNESRI

Dhia Ahmed Taain, Abbas Mahdi Jasim, Jameel Hassan Hiji Al-Hij

Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture, University of Basrah, Iraq

Tel.: 07811351562, E-mail: golden_fruit@yahoo.com

الملخص

نفذت التجربة خلال موسم النمو 2009-2010 في منطقة أبي الخصب، جنوب البصرة لمعرفة تأثير المعاملة بمضادات الأكسدة بعد الجني في تحسين السلوك التخزيني لثمار الباميا *Abelmoschus esculentus* (L.) Moenth cv. Khnesri. زُرعت البذور في الموسم الشتوي الذي أستخدمت فيه الأنفاق البلاستيكية وبعد جني الحاصل غمرت الثمار في محلول حامض الاسكوربيك أو حامض الستريك وبثلاث تراكيز لكل منهما (صفر، 50، 100 ملغم/لتر) وخليط من حامض الاسكوربيك وحامض الستريك بالتراكيز (50+50 ملغم/لتر) و (50+100 ملغم/لتر) و (100+100 ملغم/لتر) ولمدة خمس دقائق، ثم عُبئت بأكياس البولي إثيلين مثقبة زنة 1 كغم (16 ثقب بقطر 6.2 ملم للكيس) وخزنت (-18 ± 2) لمدة أربعة أشهر. وقد بينت أهم النتائج تفوق المعاملة بحامض الاسكوربيك تركيز 100 ملغم/لتر في احتفاظ الثمار بأعلى كمية من فيتامين ج والكلوروفيل الكلي والبروتين للثمار المخزنة. كما تفوقت المعاملة بحامض الستريك تركيز 100 ملغم/لتر في تقليل الفقد في الكلوروفيل الكلي والبروتين والمواد الفينولية. وتفوقت معاملة التداخل بين حامض الاسكوربيك 100 ملغم/لتر وحامض الستريك 50 ملغم/لتر معنويًا على بقية المعاملات في تقليل الفقد بفيتامين ج. وتشير النتائج أيضًا إلى انخفاض محتوى الثمار من فيتامين ج والكلوروفيل الكلي والبروتين والمواد الفينولية مع تقدم مدة الخزن. كما تدل النتائج على أن الثمار المخزنة بالتجميد والمعاملة بحامض الاسكوربيك وحامض الستريك قد احتفظت بالونها حتى نهاية مدة الخزن.

الكلمات المفتاحية: الباميا، الخزن بالتجميد، مضادات الأكسدة، المواد الفينولية

المقدمة

تعود الباميا *Abelmoschus esculentus* (L.) Khnesri إلى العائلة الخبازية Malvaceae وهي من محاصيل الخضر الصيفية المرغوبة في العراق وبلدان أخرى بسبب القيمة الغذائية العالية التي تتمتع بها الثمار مثل احتوائها على الكربوهيدرات والدهون والكالسيوم والفسفور إضافة إلى الثيامين والنياسين وفيتامين ج (حمادي والمشعل، 1987؛ مطلوب وآخرون، 1989؛ الدجوي، 1996).

تقطف ثمار الباميا قبل وصولها مرحلة النضج الفسيولوجي وهي صغيرة بعمر 2-3 أيام حيث تكون طرية وقليلة الألياف ولا يتجاوز طولها 2.5-3.5 سم، وتعد الباميا من الثمار سريعة التلف بعد القطف لارتفاع معدل تنفسها إضافة إلى محتواها الرطوبي العالي (Kader، 1993).

تستهلك الباميا بكميات كبيرة وهي خضراء طازجة بعد طبخها، كما ويتم تعليبها وتجميدها وتجفيفها لغرض استهلاكها في الشتاء وتدخل أيضًا مادة أولية في بعض الصناعات (Basco، 1995؛ الدجوي، 1996). وتعد درجة الحرارة العامل الأكثر أهمية في خزن الباميا فضلًا عن الرطوبة النسبية، إذ إن درجة الحرارة العالية تؤدي إلى سرعة تدهور الثمار وتقليل مدة الخزن، أما درجة الحرارة المنخفضة فتعمل على تقليل سرعة التنفس وتبخر الماء وإنتاج الاثلين (عبد الهادي وآخرون، 1989).

Abstract: The study was conducted during 2009-2010 season to study the effect of some antioxidants on storage behavior of okra fruits (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moenth cv. Khnesri). Seeds were planted under plastic tunnels in winter season at Abu-Al-Khaseb, south of Basrah, Iraq. Fruits were soaked in ascorbic and citric acids at three concentrations for each of them (0, 50, 100) mg/l and a mixture of both of them (50+50), (50+100), (100+50), (100+100) mg/l for 5 minutes. Fruits were packed in perforated polyethylene bags (1 kg weight, 16 holes, 6.2 mm diameter for each of them) and stored at (-18 °C ± 2) for four months. Results showed that treatment with (100 mg/l) ascorbic acid was the best in keeping in the highest amount of vitamin C and total chlorophyll of fruits. The treatment with citric acid in the concentration of 100 mg / l was the best in reducing the loss of total chlorophyll and phenolic substances. The interaction between ascorbic acid 100 mg / l and citric acid 50 mg / l significantly decreased the loss of vitamin C. The results also indicated to the reduction of vitamin C, total chlorophyll and phenolic substances of fruits with the continuation of the storage periods. The results referred to retained the treated fruits with ascorbic acid and citric acid in the natural color until the end of the storage period.

Keywords: Okra, freezing storage, antioxidants, phenolic substances

INTRODUCTION

Okra "*Abelmoschus esculentus* L. Moenth" belongs to family Malvaceae and it is considered one of favorite summer vegetable crops in Iraq and other countries due to the highest nutritive value of fruits such as carbohydrates, Oils, calcium and phosphorus in addition to thiamine, niacin, vitamin C [3, 12, 16].

Okra picks before it reaches to the physiological maturity (2-3 days of age and 2.5-3.5 cm in length) in which has low fiber. It considers as postharvest perishable fruits due to the high rate of respiration in addition to the high moisture content [15].

Consuming large quantities of fresh green okra after cooking, as are canning, freezing and drying them for the purpose of consumption in winter also using as a raw material in some industries [3, 6]. The temperature is the most important factor affecting the shelf life of okra in addition to the relative humidity. The high-temperature leads to rapid deterioration of the fruit and reduces the period of storage, while the low temperature leads to reduce the rate of respiration and evaporation of water and the production of ethylene [1].

The fact that okra is consumed throughout the year, so it became necessary to think of ways to be supplied in the market, such as growing in the protected environment, freezing and drying fruits [3]. It has been found that okra stored at a temperature $10 \pm 2^\circ\text{C}$ and 100% relative humidity was the best way to save fruits which recorded the lowest percentage in the loss of moisture [2].

Joyce [14] mentioned that the weight loss of okra stored at 13°C for a period of 21 days was (79%).

Antioxidants used for the purpose to stop or delay the oxidation processes that cause undesirable changes in flavor, color and aroma, or nutritive value. The vitamin C considers as one of the most important antioxidants in large amounts of foods widely used in the manufacture of food and to prevent brown color in the fruits and vegetables products, or as anti-oxidant in oils [8, 20]. It has been found during the storage of okra at relative humidity 96% and the temperatures 12°C and 25°C that fruits stored at 25°C colored brown and rotten as compared with fruits stored at 12°C . [9].

Due to the lack of studies on storage ability of the fruits of okra, the current study was conducted to improve the storage behavior of okra fruits cv. Mahaly after treated them with some concentrations of ascorbic acid and citric acid.

MATERIAL AND METHOD

Experiment was carried out during the winter season of 2009-2010 under plastic tunnels in Abu-Al-Khaseb, southern province of Basrah. Agricultural processes included cultivation, adding animal manure (1 ton / acre) and superphosphate fertilizer (25 kg / acre). Seeds were sown on 1/12/2009 and after germination conducted all the processes used in the production of this crop.

Solutions of ascorbic acid and citric acid at three concentrations for each of them (zero, 50, 100 mg / l) and mixture of both of them (50 + 50 mg / l), (100 + 50 mg / l), (50 + 100 mg / l) and (100 + 100 mg / l) were prepared and the solutions preserved in a place far from the light while in use. Fruits were selected by a length of 2.5-3.5 cm and boiled for 5 minutes and left to cool and then soaked completely in the solutions for a period of five minutes and left to dry at room temperature while the fruits of the control soaked in water only. Fruits of Each treatment were divided into three replicates and packed in polyethylene bags weighed 1 kg and perforated (16 hole with a diameter of 6.2 mm per bag) and stored at temperature ($-18^\circ\text{C} \pm 2$) in refrigerated incubator

The weight loss was calculated as a percentage by observed the changes in weight during the storage period using weight balance, while the changes in fruits color recorded by using a naked eye [18].

Vitamin C (mg / 100 g) determined according to [5]. Total chlorophyll in fruits (mg / 100 g) determined according to the method Zaehring and his colleagues described in [10]. Total protein of fruits (%) were determined by using Microkjeldahl method [5]. Phenolic substances were determined by using Folin-Denis method mentioned in [8].

Randomized complete block design in factorial experiment was used with three replicates per treatment and the revised least significant difference test (RLSD) was used to camper between means at 0.05 probability [4].

ولحقيقة كون المحصول يستهلك طوال أيام السنة لذا أصبح من الضروري التفكير بطرائق لتوفيره في الأسواق وذلك أما بزراعته في البيئة المحمية، أو حفظه بطريقة التجميد بعد سلقه ومنع أو إيقاف نشاط الانزيمات أو حفظه بطريقة التجفيف بإزالة الماء من الثمار (الدجوي، 1996). وقد وجد Adetuyi et al. (2008) إن قرون الباميا المخزونة بدرجة حرارة $10^\circ\text{C} \pm 2$ ورطوبة نسبية 100٪ كانت أحسن الطرائق لحفظ الباميا وسجلت أقل نسبة في فقد الرطوبة. ونكر Joyce et al. (2009) إن الفقد بالوزن لقرنات الباميا المخزونة بدرجة حرارة 13°C ولمدة 21 يوما كان (79%).

تستخدم مضادات الأكسدة Antioxidants لغرض إيقاف أو تأخير عمليات الأكسدة التي تسبب تغيرات غير مرغوب بها في النكهة واللون والرائحة أو القيمة الغذائية. ويعد فيتامين ج من أهم مضادات الأكسدة الموجودة بكميات وافرة في الأغذية التي يتناولها الإنسان ويستعمل بكثرة في تصنيع الأغذية ويعمل على منع التلون البني في منتجات الفاكهة والخضراوات مضادات للأكسدة في الزيوت أو منتجات الأسماك (دلالي والحكيم، 1987 و Smith.1993). وقد وجد Gilmer et al. (2007) في أثناء خزن قرنات الباميا برطوبة نسبية 96٪ وبدرجات حرارة 12°C و 25°C إن قرنات الباميا المخزنة بدرجة 25°C لم تلوّن باللون البني وتعفنت وإن الضرر كان قليلا بالقرنات المخزنة عند درجة 12°C .

ونظرا لقلّة الدراسات حول القابلية الخزنّة لثمار الباميا ، أجريت الدراسة الحالية لتحسين السلوك الخزني لثمار الباميا الصنف خنيسري وذلك بمعاملتها بعد القطف بحامضي الاسكوربيك والستريك.

مواد العمل وطرائقه

نفذت التجربة خلال الموسم الشتوي لعام 2009-2010 في منطقة الصنكر ، قضاء أبي الخصيب جنوب محافظة البصرة. تضمنت العمليات الزراعية الحراثة وأضيف السماد الحيواني بمعدل 1 طن/دونم وسماد السوبر فوسفات بمعدل 25كغم/دونم.نفذت التجربة باستخدام الزراعة المغطاة. زرعت البذور بتاريخ 2009/12/1 وبعد انبات البذور المزروعة أجريت كافة العمليات المتبعة في إنتاج هذا المحصول.

تم تحضير محاليل من حامض الاسكوربيك وحامض الستريك بثلاث تراكيز لكل منهما (صفر، 50، 100 ملغم/لتر) وخليط من حامض الاسكوربيك وحامض الستريك بالتراكيز (50+50 ملغم/لتر) و (100+50 ملغم/لتر) و (100+100 ملغم/لتر) و (100+100 ملغم/لتر). حفظت المحاليل في مكان بعيد عن الضوء لحين الاستخدام.. اختيرت الثمار التي يبلغ طولها 2.5-3.5 سم. تم سلق الثمار المراد لمدة 5 دقائق ثم تركت لتبرد بعدها غطست بالمحاليل المذكورة لمدة 5 دقائق أما ثمار معاملة المقارنة فقد تم تغطيسها بالماء المقطر فقط ولنفس المدة. قسمت كل معاملة الى ثلاث مكررات وعبئت بأكياس البولي أثيلين زنة 1 كغم ومتقبة (16 ثقب بقطر 6.2 ملم للكيس) وخزنت بالتجميد بدرجة حرارة ($-18 \pm 2^\circ\text{C}$).

تم حساب الفقد بالوزن كنسبة وذلك بمتابعة التغيرات في الوزن الطري للثمار خلال مدة الخزن وذلك باستخدام ميزان حساس. أما التغيرات في لون الثمار تم تقديرها بالعين المجردة واعتمادا على (1988) Polegaev. فيتامين ج قدر حسب ما جاء في (1990) A.O.A.C. الكلورفيل الكلي في الثمار (ملغم/100غم) قدرت حسب طريقة Zaehring وزملائه الموصوفة في (1976) Goodwin. المواد الفينولية (%) تم تقديرها حسب طريقة Folin-Denis المذكورة في دلالي والحكيم (1987).

صممت تجربة عامليه بأستخدم التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design وبثلاث مكررات للمعاملة الواحدة. وجرى اختبار الفرق بين المتوسطات حسب اختبار اقل فرق معنوي معدل R.L.S.D عند مستوى احتمال 0.05 (الراوي وخلف الله، 1980).

RESULTS

1. Total chlorophyll:

As shown in table (1) fruit treated with ascorbic acid at the concentration of 100 mg/l gave the highest amount of chlorophyll reached to 0.273 mg/100 g. while untreated fruits gave the lowest amount of Chlorophyll (0.269 mg / 100 g). Treating with citric acid had no significant effect on the amount of chlorophyll in fruits, while the amount of chlorophyll decreased with the increment of storage period reached to the lowest amount after four months of storage.

The interaction between ascorbic acid and citric acid was significant for its impact on the character. Fruits treated with ascorbic acid (50 mg / l), citric acid (100 mg / l) gave the highest amount of chlorophyll, while fruits treated with ascorbic acid (0 mg / l) and citric acid (100 mg / l) recorded the lowest amount of chlorophyll. The interaction between ascorbic acid (100 mg / l) gave the highest amount of chlorophyll after one month of storage, whereas the lowest amount was in untreated fruits after four months of storage. The same results can be reported regarding the interaction between citric acid and storage period. The triple interaction had no significant effect on the total chlorophyll content of fruits.

Retaining the stored fruits with the highest amount of chlorophyll when treated with ascorbic and citric acid may be due to the role of acids in reducing the activity of chlorophyllase enzyme which decomposition of chlorophyll. This is in agreement with [7] who obtained that ascorbic acid (vitamin C) has a wide range of important functions as an antioxidant and reducing the loss of chlorophyll. The decrease of chlorophyll in fruits with an increasing of storage period may be due to the activity of chlorophyllase enzyme. This is in constant with [13] who reported that the amount of chlorophyll gradually decreased as a result of pigments destroy.

النتائج والمناقشة

1- الكلوروفيل الكلي :-

توضح نتائج الجدول (1) تفوق الثمار المعاملة بحامض الاسكوربيك بتركيز 100 ملغم/لتر والمخزنة بدرجة حرارة على باقي المعاملات إذ بلغت كمية الكلوروفيل في الثمار المعاملة بها (0.273 ملغم/100 غم) ، في حين أعطت الثمار غير المعاملة أقل كمية من الكلوروفيل بلغت (0.269 ملغم/100 غم)، في حين لم يكن لحامض الستريك تأثيراً معنوياً في الصفة. ولاحظ انخفاض محتوى الثمار من الكلوروفيل الكلي مع استمرار مدة الخزن حتى وصل إلى أقل قيمة له بعد أربعة أشهر من الخزن.

التداخل بين حامضي الاسكوربيك وحامض الستريك كان تأثيره معنوياً في كمية الكلوروفيل، إذ أعطت معاملة التداخل بين حامض الاسكوربيك بتركيز 50 ملغم/لتر وحامض الستريك بتركيز 100 ملغم/لتر أعلى كمية للكلوروفيل. في حين كانت أقل كمية للكلوروفيل عند معاملة التداخل بين حامض الاسكوربيك بتركيز 100 ملغم/لتر. بالنسبة للتداخل بين حامض الاسكوربيك ومدة الخزن أعطت الثمار المعاملة بحامض الاسكوربيك تركيز 100 ملغم/لتر والمخزنة لمدة شهر أعلى محتوى من الكلوروفيل. أما أقل محتوى له كان في الثمار غير المعاملة بالحامض والمخزنة لمدة 4 أشهر. وينطبق ما ذكر أعلاه بالنسبة للتداخل بين حامض الستريك ومدة الخزن. أما التداخل الثلاثي فقد كان غير معنوي في تأثيره على محتوى الثمار من الكلوروفيل الكلي.

أن احتفاظ الثمار المخزنة بكمية أكبر من الكلوروفيل عند معاملتها بحامض الاسكوربيك والستريك قد يعزى سببه إلى دور كلا الحامضين في تقليل عمل انزيم الكلوروفيليز الذي يعمل على تحلل الكلوروفيل وهذا يتفق مع ما ذكره (Blokina et al. 2003) من أن حامض الاسكوربيك (فيتامين ج) له مدى واسع من الوظائف المهمة بوصفه مضاد للأكسدة ويقلل من فقد الكلوروفيل. أما قلة الكلوروفيل في الثمار مع زيادة مدة الخزن فقد تعزى إلى استهلاكه نتيجة الفعاليات الحيوية في الثمار إضافة إلى فعالية انزيم الكلوروفيليز وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Isabel et al. 1990) من أن كمية الكلوروفيل تقل بصورة تدريجية نتيجة تحطم الصبغات انزيمياً.

Table 1
The effect of ascorbic acid, citric acid, storage period and the interaction among them on total chlorophyll (mg / 100 g)

Ascorbic acid mg/l	Citric acid mg/l	Pre-storage	Storage period (month)				Ascorbic acid x citric acid
			1	2	3	4	
0	0	0,295	0.286	0.276	0.252	0.244	0.270
	50	0,295	0.281	0.700	0.265	0.248	0.272
	100	0,295	0.269	0.263	0.250	0.242	0.264
50	0	0,295	0.281	0.780	0.253	0.246	0.272
	50	0,295	0.277	0.262	0.251	0.244	0.266
	100	0,295	0.288	0.279	0.266	0.260	0.277
100	0	0,295	0.288	0.280	0.260	0.245	0.274
	50	0,295	0.285	0.278	0.265	0.255	0.275
	100	0,295	0.280	0.265	0.257	0.253	0.276
Means of ascorbic acid							
Ascorbic acid x storage periods	0	0,295	0.279	0.270	0.256	0.244	0.269
	50	0,295	0.282	0.273	0.256	0.250	0.271
	100	0,295	0.284	0.274	0.261	0.251	0.273
Means of citric acid							
Citric acid x storage periods	0	0,295	0.285	0.278	0.255	0.245	0.272
	50	0,295	0.281	0.270	0.260	0.249	0.271
	100	0,295	0.279	0.269	0.258	0.252	0.270
Means of storage periods			0,295	0.281	0.272	0.258	0.248
RLSD 0.05							
Ascorbic acid 0.0023	Citric acid N.S	Storage period 0.0026	Ascorbic acid x citric acid 0.004		Ascorbic acid x storage period 0.0046	Citric acid x storage period 0.0046	Ascorbic acid x citric acid x storage period N.S

2-Phenolic substances:

Results presented in table (2) indicated that fruits treated with 50 mg / l ascorbic acid gave the highest percentage of total phenolic substances 0.062%, while the lowest percentage of phenolic substances was in untreated fruit 0.059%. Fruits treated with 50 mg / l citric acid gave the highest percentage of total phenolic substances 0.062% and the lowest percentage of phenolic substances was in fruits treated with citric acid at the concentration of (100 mg / l). The percentage of phenolic substances decreased with the continuation of storage period reached to 0.047% after four months of storage.

The interaction between ascorbic acid at the concentration of 50 mg / l and citric acid at the concentration of 50 mg / l gave the highest percentage of total phenolic substances ,while the lowest percentage of total phenolic substances was in fruits treated with ascorbic acid at the concentration of 0 mg / l and citric acid at the concentration of 100 mg / l with no significant difference with the interaction between ascorbic acid at the concentration of 100 mg / l and citric acid at the concentration of 100 mg / l. The double and triple interactions had no significant effect on the total phenolic substances.

Fruits treated with ascorbic acids and citric acids retained the highest percentage of phenolic substances which may be due to the role of both acids in reducing the activity of polyphenol oxidase and thus stop or inhibit the work of the enzyme [8, 11]. The reason for decreasing the phenolic substances with an increment of the storage period may be due to the oxidation processes caused by some enzymes such as poly phenol oxidase that reduced phenolic substances into quinones which were not fixed and this is in agreement with [21] who reported that the phenolic substances in the fruits of okra reduced with the elongation of storage period.

2-المواد الفينولية

يتضح من الجدول (2) إن الثمار المعاملة بحامض الاسكوربيك بتركيز 50 ملغم/لتر اعطت أعلى نسبة مئوية للمواد الفينولية بلغت 0.062 و اقل نسبة كانت في الثمار غير المعاملة بلغت (0.059) وأعطت الثمار المعاملة بحامض الستريك بتركيز 50 ملغم/لتر أعلى نسبة للمواد الفينولية إذ بلغت (0.062) و اقل نسبة كانت في الثمار المعاملة بحامض الستريك بتركيز 100 ملغم/لتر إذ بلغت (0.059) . أما بالنسبة الى تأثير مدة الخزن فقد لوحظ ان النسبة المئوية للمواد الفينولية تقل مع استمرار مدة الخزن الى ان وصلت بعد أربعة أشهر من الخزن الى (0.047) .

وأعطت معاملة التداخل بين حامضي الاسكوربيك والستريك بتركيز 50 ملغم/لتر لكل منهما ومعاملة التداخل بين حامضي الاسكوربيك 50 ملغم/لتر والستريك 100 ملغم/لتر أعلى نسبة مئوية للمواد الفينولية ، في حين بلغت اقل نسبة لمعاملي التداخل بين حامض الاسكوربيك بتركيز صفر وحامض الستريك بتركيز 100 ملغم/لتر والمعاملة بين حامضي الاسكوربيك والستريك بتركيز 100 ملغم/لتر لكل منهما. ولم يكن للتداخل بين حامض الاسكوربيك او الستريك ومدة الخزن وكذلك التداخل الثلاثي بين المعاملات تأثيرا معنويا في الصفة.

ان احتفاظ الثمار المعاملة بحامضي الأسكوربيك والستريك بنسبة عالية من المواد الفينولية مقارنة مع الثمار غير المعاملة يرجع الى دور الحامضين في تقليل عمل أنزيم البولي فينول اوكسيديز ومن ثم إيقاف أو تثبيط عمل الأنزيم (دلالى، 1987؛ Hall ، 200). أما بالنسبة لقلّة المواد الفينولية مع زيادة مدة الخزن فقد يعزى السبب الى عمليات الأكسدة التي يقوم بها أنزيم البولي فينول اوكسيديز للمركبات الفينولية واختزلها الى كوينونات quinones والتي هي غير ثابتة وهذا يتفق مع ما وجدته Tamura and Minimide (1983) من ان المواد الفينولية في ثمار الباميا تقل عندما تتقدم الثمار في مدة الخزن.

Table 2

The effect of ascorbic acid, citric acid , storage period and the interaction among them on phenolic substances (%) of okra fruits stored at (-18 ± 2 °C)

Ascorbic acid [mg/l]	Citric acid [mg/l]	Pre-storage	Storage period (J day)				Ascorbic acid x citric acid
			3	6	9	12	
0	0	0.085	0.058	0.055	0.051	0.046	0.059
	50	0.085	0.061	0.058	0.053	0.046	0.061
	100	0.085	0.053	0.051	0.050	0.045	0.057
50	0	0.085	0.059	0.054	0.050	0.047	0.059
	50	0.085	0.065	0.059	0.058	0.047	0.063
	100	0.085	0.064	0.060	0.056	0.049	0.063
100	0	0.085	0.066	0.056	0.051	0.046	0.061
	50	0.085	0.065	0.058	0.050	0.048	0.061
	100	0.085	0.058	0.053	0.052	0.049	0.057
Means of ascorbic acid							
Ascorbic acid x storage periods	0	0.085	0.058	0.055	0.051	0.047	0.059
	50	0.085	0.063	0.057	0.055	0.048	0.062
	100	0.085	0.060	0.055	0.051	0.048	0.060
Means of citric acid							
Citric acid x storage periods	0	0.085	0.061	0.055	0.051	0.046	0.060
	50	0.085	0.063	0.058	0.053	0.048	0.062
	100	0.085	0.059	0.054	0.052	0.048	0.059
Means of storage periods		0.085	0.061	0.056	0.052	0.047	
RLSD 0.05							
Ascorbic acid	Citric acid	Storage periods	Ascorbic acid x citric acid	Ascorbic acid x storage periods	Citric acid x storage periods	Ascorbic acid x citric acid x storage periods	
0.0015	0.0015	0.0018	0.0027	N.S	N.S	N.S	

Table 3
The effect of ascorbic acid, citric acid, storage period and the interaction among them on vitamin C (mg / 100 g) of okra fruits stored at (-18 ± 2 °C)

Ascorbic acid [mg/l]	Citric acid [mg/l]	Pre-storage	Storage period (day)				Ascorbic acid x citric acid
			3	6	9	12	
0	0	43,50	14.87	11.77	9.48	8.27	17.58
	50	43,50	15.13	12.10	9.82	8.94	17.90
	100	43,50	15.08	11.95	9.72	8.18	17.68
50	0	43,50	14.88	12.17	9.82	8.88	17.85
	50	43,50	14.95	12.00	10.45	9.20	18.02
	100	43,50	18.00	14.88	12.05	10.14	19.71
100	0	43,50	15.02	11.99	8.81	9.16	17.90
	50	43,50	18.05	15.00	11.45	9.50	19.50
	100	43,50	18.00	15.50	12.36	10.28	19.92
Means of ascorbic acid							
Ascorbic acid x storage periods	0	43,50	15.03	11.94	9.67	8.46	17.72
	50	43,50	15.94	13.02	10.77	9.40	18.53
	100	43,50	17.02	14.16	11.20	9.65	19.11
Means of citric acid							
Citric acid x storage periods	0	43,50	14.92	11.98	9.71	8.77	17.77
	50	43,50	16.04	13.03	10.57	9.21	18.47
	100	43,50	17.02	14.11	11.37	9.53	19.11
Means of storage periods		43,50	16.01	13.04	10.55	9.17	
RLSD 0.05							
Citric acid x storage periods	Ascorbic acid x citric acid x storage periods	Storage periods	Ascorbic acid x citric acid	Ascorbic acid x storage periods	Citric acid x storage periods	Ascorbic acid x citric acid x storage periods	
0.28	0.50	0.16	0.25	0.28	0.28	0.50	

4.Weight loss and color of the fruits:

All treated and untreated okra fruits retain their fresh weight during the storage and at the end of storage without any loss in fresh weight at -18 ± 2 °C. Fruits that treated with ascorbic acid or citric acid or both kept the natural color during the storage period, while the color of untreated fruits lightly changed into yellow. The reason may be due to the boiling of fruits at the beginning of storage that led to inhibition of the activity of chlorophyllase and poly phenol oxidase enzymes in addition to the role of freezing storage in inhibiting of enzymes activity.

CONCLUSIONS

The results obtained in the present work clearly indicated to the role of postharvest application of antioxidants (ascorbic and citric acids) and freezing storage in improving qualitative characteristics of okra fruits after four months of storage.

REFERENCES

- [1]. Abdul Hadi A.M., Matlob A.N., Yousef Y.H. (1989) - *Handling and storage of fruits and vegetables, University of Baghdad, Iraq*;
- [2]. Adetuyi F.O., Osagie A.U., Adekunle A.T. (2008) - *Effect of postharvest storage technique on nutritional properties of Benin indogenous okra*, Pakistan Journal of Nutrition, vol. 7(5), pg. 652-657;
- [3]. Al-Dagawi (1996) - *Technology of cultivation and production of vegetables*, Madbouly library, Egypt;
- [4]. Al-Rawi K.M., Khalaf Allah A.M. (1980) - *Design and analysis of agricultural experiments*, Mosul, Iraq.

4- فقد الوزن والتغير في لون الثمار:-

الثمار المعاملة وغير المعاملة كلها احتفظت بالوزن الطري لها خلال فترة الخزن وفي نهايته ولم يحصل أي فقد في وزنها الطري. الثمار التي عوملت بحامض الاسكوربيك أو الستريك احتفظت باللون الأصلي للثمار ولم تطرأ أية تغيرات فيه خلال مدة الخزن أما الثمار غير المعاملة فقد تغير لونها قليلاً إلى الأصفر وربما يعود السبب إلى عملية سلق الثمار قبل الخزن والتي أدت إلى تثبيط عمل انزيمات الكلوروفيليز والبولي فينول أوكسيداز فضلاً عن تأثير الخزن بالتجميد في تثبيط النشاط الانزيمي.

الاستنتاجات

تشير النتائج بوضوح إلى أن معاملة ثمار الباميا بمضادات الأكسدة (حامض الاسكوربيك وحامض الستريك) بعد الجني والخزن بالتجميد أدى إلى المحافظة على الصفات النوعية للثمار بعد أربعة أشهر من الخزن.

المصادر

- [1]. عبد الهادي، عبد الله مخلف و مطلوب، عدنان ناصر و يوسف، يوسف حنا. (1989) - *عناية وتخزين الفواكه والخضرا، بيت الحكمة للنشر، جامعة بغداد- العراق*.
- [2]. أديتوي، أف.أو. وأوساجي أي.يو. وأديكوني أي.تي. (2008) - *تأثير تقنية الخزن بعد الجني على الخواص الغذائية لثمار الباميا*. المجلة الباكستانية للتغذية. 7(5): 652-657.
- [3]. الدجوي، علي. (1996) - *تكنولوجيا زراعة وإنتاج الخضرا، مكتبة مديولي، جمهورية مصر العربية*.
- [4]. الراوي، خاشع محمود و خلف الله، عبد العزيز محمد 1980م. *تصميم وتحليل التجارب الزراعية*. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل/ العراق.

[5]. A.O.A.C. (1990) - *Official Method of Analysis*, Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C. U.S.A.;

[6]. Basco M.H. (1995) - *Physical and Chemical Properties of Okra Seeds*. Manila, Philippines;

[7]. Blokhina O., Virolainen E., Frgerstedt K.V. (2003) - *Antioxidants, oxidative damaged and oxygen deprivation stress*. A review. *Annals of Botany*, 19, pg. 179-194;

[8]. Dalali B.K., Al-Hakim S.H. (1987) - *Food Analysis*, University of Mosul, Iraq.

[9]. Gilmer P.H., Carlos A.L., Ailton R. (2007) - *A novel postharvest rot of okra caused by Rhizoctonia solani in Brazil*, *Fitopatol. Bras*, vol. 32 (3), pg. 189-193; Goodwin T.W. (1976) - *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigment*, 2nd Ed. Academic Press, London. New York. San Francisco, pg.373;

[11]. Hall C. (2001) - *Sources of Natural Antioxidants: Oil Seeds, Nuts, Cereal Vegetables, Animal Product and Microbial Sources, Antioxidants in food practical application*, pg. 159-209, Eds. Pokorny J.; Xanishlieva N.; Gorden M. Wood head Publishing Limited. Cambridge, England;

[12]. Hammadi F.M., Al-Meshal A.J. (1987) - *Vegetable production*, University of Baghdad, Iraq;

[13]. Isabel M., Minguez M., Rojas B., Juna F., Lanrdes G. (1990) - *Pigments present in virgin Olive Oil*, *Journal Amer. Oil. Chemi. Society*, vol. 67(3), pg. 192-196;

[14]. Joyce W.N., Joseph N.A., Lim G. (2009) - *Interactive effect of packing and storage temperature on the shelf life of okra*. *ARNP journal of agriculture and biological science*, 4(3):176-184.

[15]. Kader A.A. (1993) - *Postharvest Handling*, *The Biology of Horticulture - An Introductory Textbook*, pg. 353-377, Eds. Preece, J.E. and Read, P.E. New York: John Wiley and Sons;

[16]. Matlob A.N., Sultan I., Abdul Karim S. (1989) - *Production of vegetables Part II*, The University of Mosul, Iraq;

[17]. Mohamed A.K. (1985) - *Plant Physiology*, Part II. University of Mosul, Iraq;

[18]. Polegaev B.E. (1988) - *Methods for determination the quality of fruits and vegetables*, Moscow;

[19]. Richard F., Gauillard F.A. (1997) - *Oxidation of chlorogenic acid catechins, and 4- methyl a catechol in mode by combination of pear polyphenol oxidase and proxidase in enzymatic browning*, *Journal Agricultural Food Chem*, vol. 45, pg. 2472-2476;

[20]. Smith J. (1993) - *Food Additive Users Handbook*, Blackie Academic and Professional, New York, pg. 279;

[21]. Tamura J., Minamide T. (1983) - *Harvesting, maturity, handling and storage of okra pods*, *Bulletin of the University of Osaka, prefecture series*, B.V. 36:87-97.

[5]. أي.أو.أي.سي.(1990)- طرق التحليل.جمعية المحللين الكيميائيين واشنطن، دي.سي. الولايات المتحدة الأمريكية.

[6]. باسكو أم.أج.(1995)- الخواص الفيزيائية والكيميائية لبذور الباميا.مانيل، الفلبين.

[7]. بلوخينا أو. وفيرولائين أي. و فرغيرستيدت كي.في.(2003)- المواد المضادة للأكسدة، أضرار الأكسدة والاجهاد الناتج من حرمان الاوكسجين..المراجعة الحولية لعلم النبات.19: 179-194.

[8]. دلالي، باسم كامل و الحكيم، صادق حسين . (1987)- تحليل الأغذية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل/ العراق.

[9]. جلمر بي..أج..وكلرلوس أي.أل. و ألتون آر.(2007)-الجديد في تلف ثمار الباميا بعد الجني الناتج عن *Rhizoctonia solani* في البرازيل.فيتوباتول. براس 32(3).

[10]. كودون تي.. دبليو..(1976)- الكيمياء والكيمياء الحيوية للصبغات النباتية. الطبعة الثانية. مطبعة الأكاديمية. لندن. نيويورك.سان فرانسيسكو. 373 صفحة.

[11]. هول سي.(2001)-المصادر الطبيعية للمواد المضادة للأكسدة: البذور الزيتية وفاكهة النقل والبقوليات ومنتجات الحيوان والمصادر الميكروبية. في : استعمال مضادات الأكسدة في الطعام . الصفحات من 159-209. المحررون : بوكومي جي. وزانيليفيا أن.وجوردن أم. كامبرج انكلترا.

[12]. حمادي، فاضل مصلح و المشعل، عبد الجبار جاسم. (1987)- إنتاج الخضار، مطابع التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد،العراق.

[13]. ايزابيل أم.ومنجوز أم. وروج بي. وجنا أف. ولانريدز جي.(1990)-الصبغات الموجودة في زيت ثمار الزيتون البكرية. المجلة الأمريكية لجمعية كيميائيي الزيوت. 67(3): 192-196.

[14]. جويس دبليو . أن.وجوزيف أن.أي. ووليم جي.(2009)- تأثير التداخل بين التعبئة ودرجة حرارة الخزن في القابلية الخزن للبااميا.. مجلة الزراعة وعلوم الحياة. 4(3):176-184

[15]. قادر أي أي.(1993).تداول مابعد الجني. من صفحة 353-377. المحررون : بريس جي. أي. وريد بي.أي. نيويورك.جون ولي وسون..

[16]. مطلوب، عدنان ناصرو سلطان، عز الدين و عبدول، كريم صالح.(1989) - إنتاج خضروات الجزء الثاني، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.

[17]. محمد، عبد العظيم كاظم.(1985)- علم فسلجة النبات، الجزء الثاني، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل/ العراق

[18]. بولكلييف ب اي.(1988)-طرق تقدير جودة الفاكهة والخضر.موسكو.(باللغة الروسية).

[19]. ريتشارد أف و جولارد أف.أي.(1997)-أكسدة الكلوروجينيك والكاتيجين و 4-مئيل كاتيكول بواسطة انزيم البولي فينول أوكسيديز والبيروكسيديز. مجلة الزراعة وكيمياء الأغذية. 45:2472-2467.

[20]. سمث جي. (1993)- مستخدمو مضافات الأغذية. نيو يورك 279 صفحة.

[21]. تأمورا جي و مناميد تي.(1983)-حصاد ونضج وتداول وخزن قمرات الباميا.نشرة جامعة أوسكا. 87:36-97.

OPTIMIZATION OF CONSTRUCTIVE AND FUNCTIONAL PARAMETERS OF HAMMER MILLS IN ORDER TO INCREASE PRODUCTIVITY AND REDUCE SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION

OPTIMIZAREA PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI MORILOR CU CIOCANE ÎN VEDEREA CREȘTERII PRODUCTIVITĂȚII ȘI REDUCERII CONSUMULUI SPECIFIC DE ENERGIE

Ph.D. Eng. Păun A., Ph.D. Eng. Ciupercă R., PhD.Stud. Eng. Ivancu B., Eng. Ioniță Gh., PhD.Stud. Eng. Zaica A.

INMA Bucharest / Romania

Phone: 0212330363; E-mail: ani_paun@yahoo.com

Abstract: Hammer mills with either closed or open chamber are currently the most widespread and used machines for the preparation of concentrated fodder in livestock farms, but also the largest consumers of energy. Given the importance of achieving a minimum specific energy consumption per tonne of product manufactured, to obtain a certain grinding granulation, was studied to what extent the main structural and functional elements variation influences productivity, energy and quality indices. Therefore, experimental research has been made in the case of a hammer mill with a processing capacity of 2.5 - 3 t / h in order to establish the optimum regime of operation at different grinding of grains.

Keywords: hammer mill, grinding, fodder

INTRODUCTION

Production of concentrated fodder for the livestock sector is a major concern both globally and nationally. Making a quality fodder base has a strong impact on animal nutrition, animal and human health and environmental protection.

Using the fodder in animal feed, in its natural state, do not meet all requirements of animal organism and therefore it must be processed before consumption according to a flowsheet. Grinding concentrated fodder, as part of the preparation feed processes is one of the basic operations. Depending on the diameter of the component particles, we distinguish the following types of grinding:

- very thin (less than 0.5 mm) - chicken and youth during lactation;
- thin (0.5 to 1 mm) - swine, avian youth and weaned youth;
- medium (1-2 mm) - adult poultry;
- coarse (2-4 mm) - adult ruminants and equines.

Simultaneously with the development of livestock and concern of a rational animal feeding, technical and economic requirements regarding hammer mills have acquired a new meaning, which is subject to a number of specific features for the livestock sector. Perfecting hammer mills stood in the attention of many researchers and manufacturers of equipment for the livestock sector. Note that in most cases there is only one partial approach of structural and functional parameters influencing the operation mode.

Hammer mill with open chamber, MC-3, figure 1, is the mill where the fodder supply is tangential by free flowing along the length of the grinding chamber [1, 2, 3]. Fodder supply is carried out through an opening in the peripheral side, cereal seeds at the entrance into the grinding chamber are subject to strong hammer blows.

Rezumat: Morile cu ciocane fie ele cu cameră închisă sau deschisă sunt în prezent cele mai răspândite și utilizate mașini pentru pregătirea nutrețurilor concentrate în fermele zootehnice, fiind totodată cele mai mari consumatoare de energie. Ținând cont de importanța realizării unui consum specific de energie minim pe tona de produs prelucrat, pentru obținerea unei anumite granulații de măcinare, s-a studiat în ce măsură variația principalelor elemente constructive și funcționale influențează indicii de productivitate, energetici și de calitate. În acest sens au fost realizate cercetări experimentale în cazul unei mori cu ciocane cu o capacitate de prelucrare de 2,5 -3 t/h în vederea stabilirii regimului optim de funcționare la măcinarea diferitelor cereale.

Cuvinte cheie: moară cu ciocane, măciniș, furaje

INTRODUCERE

Producerea nutrețurilor concentrate pentru sectorul zootehnic reprezintă o preocupare importantă atât pe plan mondial cât și național. Realizarea unei baze furajere de calitate are un impact puternic asupra nutriției animale, a stării de sănătate animală și umană și a protecției mediului înconjurător.

Utilizarea furajelor în hrana animalelor, în starea lor naturală nu răspunde tuturor cerințelor organismului animal și de aceea ele trebuie să fie prelucrate înainte de consum după o anumită schemă tehnologică. Măcinarea nutrețurilor concentrate, ca și componentă a proceselor tehnologice de pregătire a hranei pentru animale, constituie una din operațiile de bază. În funcție de diametrul particulelor componente, se disting următoarele categorii de măciniș:

- foarte fin (sub 0,5 mm) – pui și tineret în timpul alăptării;
- fin (0,5 – 1 mm) – porcine, tineret înțărcat și tineret aviar;
- mijlociu (1 – 2 mm) – păsări adulte;
- grosier (2 – 4 mm) – rumegătoare adulte și cabaline.

Simultan cu dezvoltarea zootehniei și trecerea la o hrănire rațională a animalelor, cerințele tehnice și economice privitoare la morile cu ciocane au căpătat un nou sens, acestea fiind condiționate de o serie de particularități specifice sectorului zootehnic. Perfecționarea morilor cu ciocane a stat în atenția multor cercetători și producători de utilaje destinate sectorului zootehnic. De remarcat că în majoritatea cazurilor din lucrările publicate există numai o abordare parțială a parametrilor constructivi și funcționali, care influențează regimul de funcționare.

Moara cu ciocane cu cameră deschisă, MC-3, figura 1, este moara la care alimentarea cu nutreț se face tangențial prin curgere liberă, pe toată lungimea camerei de măcinare [1, 2, 3]. Alimentarea cu nutreț se face printr-o deschidere la partea periferică, semințele de cereale la intrarea în camera de măcinare sunt supuse loviturilor puternice ale ciocanelor.

Because of these blows, cereal seeds are ground and resulted particles that are thrown by the riflure plates (with concaves), where takes place the second grinding. On these plates, the resulting particules will rebound and will arrive in the area of the hammers and after that the phenomena are repeated.

The grinding phenomenon continues in the sieve zone due to shock and friction between feed particles and the edges of the sieve holes. The sieve serves more like a separation system (exhaust) to grist. Particles which are smaller than the sieve holes under the action of air currents created by a fan (mounted outside the mill) and centrifugal force, are passing through the sieve and end up in the exhaust and transport pipe, connected to separation and collection systems.

In these mills the fodder grinding occurs mainly due to clashes between the hammers and fodder particles, respectively with the concaves.

Within technological process of hammer mill, the rotor with hammers is the most important organ of work, that carries out grinding seeds, to the dimensions required by the fodder recipe.

In order to determine, experimentally, the constructive parameters and optimum operating regime for the mill model in figure 1, were used, for sieves, the constructive variants presented in figure 2:

- a - the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 175 °;
- b - the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 210 °;
- c - the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 255 °;
- d - the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 180 ° with another type of concave;



Fig. 1 – Hammer mill with open chamber, MC-3 / Moara cu ciocane cu cameră deschisă, MC-3

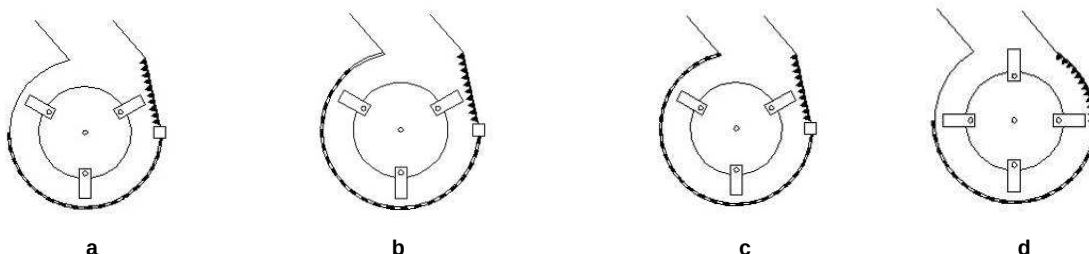
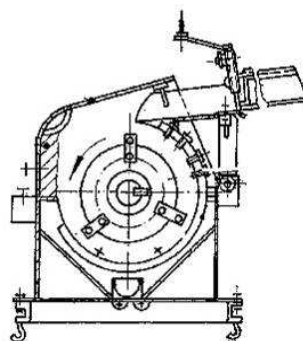


Fig. 2 – Constructive variants of sieves used to hammer mill with open chamber

- a – the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 175 °, b - the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 210 °, c - the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 255 °, d - the sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 180 ° with another type of concave

MATERIAL AND METHOD

Parameters that influence the performance of hammer mills are:

$$P = f(Q, q, D, v, z, b, e, d, l, A, M, G, F, E, \rho, g)$$

where:

Q - the feed flow of the mill, kg/h;

Datorită acestor lovituri semințele de cereale se mărunțesc, iar particulele rezultate sunt proiectate de plăcile cu rifluri (contrabătătoare), unde are loc a doua mărunțire. De pe aceste plăci particulele rezultate vor ricoșa și vor ajunge iar în zona ciocanelor, după care fenomenele se repetă.

Fenomenul de mărunțire continuă și în zona sitei datorită șocurilor și frecărilor dintre particulele de nutreț și muchiile orificiilor sitei. Sita are rol mai mult de sistem de separare (evacuare) a macinului. Particulele cu dimensiuni mai mici decât cele ale orificiilor sitei sub acțiunea curentului de aer creat de un ventilator (montat în afara morii) și a forțelor centrifuge, trec prin sită și ajung în conducta de evacuare și transport care face legătura cu sistemele de separare și colectare.

La aceste mori mărunțirea nutrețului se realizează în special datorită ciocnirilor dintre ciocane și particulele de nutreț, respectiv contrabătătoare.

În cadrul procesului tehnologic al morii cu ciocane rotorul cu ciocane este cel mai important organ de lucru care, realizează macinarea semintelor la dimensiunile impuse de rețeta furajeră.

În vederea stabilirii pe cale experimentală a parametrilor constructivi și a regimului optim de funcționare pentru modelul de moară din figura 1 au fost utilizate, pentru site, variantele constructive prezentate în figura 2:

- a - sita cu unghiul de acoperire a camerei de măcinare de 175°;
- b - sita cu unghiul de acoperire a camerei de măcinare de 210°;
- c - sita cu unghiul de acoperire a camerei de măcinare de 255°;
- d - sita cu unghiul de acoperire a camerei de măcinare de 180° cu alt tip de contrabătător.

MATERIAL ȘI METODĂ

Parametrii care influențează performanțele morilor cu ciocane sunt:

$$P = f(Q, q, D, v, z, b, e, d, l, A, M, G, F, E, \rho, g)$$

unde:

Q – debitul de alimentare al morii, kg/h;

v_c - peripheral speed of the hammers, m/s;
 D - diameter of the rotor with hammers, m;
 v_{ds} - the speed of movement of the seed layer in grinding chamber, m/s;
 z - number of hammers;
 b - the width of the hammer, mm;
 e - distance between the top of the hammer and the sieve, mm;
 d - diameter of the sieve holes in the grinding chamber, mm;
 β - the coverage angle of the grinding chamber, degrees;
 l - the length of the hammer, mm;
 q_a - air quantity required to evacuate the material from the grinding chamber, m³/min;
 A - total area of sieve holes, mm²;
 M - fineness modulus of the grinding, mm;
 G - grinding granulation, mm;
 F - crushing resistance of the seeds, kgf/cm²;
 E - elastic modulus of the seeds, kgf/cm²;
 ρ - the density of the material which grinds, kg/m³;
 - dynamic system rotor - hammers.

Since not all the parameters have as much influence, in the experiments were carried out we made measurements only for some of them.

Experiments with the constructive variants shown in figure 2 were performed under the following conditions:

- 1) Maize seed:
 - moisture, 13,6%;
 - peripheral speed, 77 m/s;
 - angle of coverage, 175°, 210° and 255°
- 2) Maize seed and barley:
 - moisture, 13,3-13,6%;
 - angle of coverage, 175°, 210° si 255°
 - distance between hammers and sieve, 10mm
- 3) The mill equipping:
 - sieve with holes of $\varnothing 3$ mm;
 - sieve with holes of $\varnothing 5$ mm;

The grinding granulation was determined based on the screening samples of 100 g of grinding using a battery of sieves with holes size of: 0,5 mm; 1,0 mm; 1,6 mm; 2,0 mm; 2,5 mm.

In the specialized literature there are a number of related researches on the influence of various factors on the working process, so far we do not have complete data to fully elucidate the mutual interaction of mechanical, structural and functional.

RESULTS

For correct evaluation of the results of experiments were determined, in laboratory, the characteristics of seeds subjected to grinding operation. The obtained values are presented in table 1. The first series of tests was conducted in order to determine the growth efficiency of sieve surface by increasing the coverage angle of the grinding chamber by the sieve. Experiments were made with the sieves angle of coverage of 175°, 210° and 255°. Experimental results are presented in chart no. 1 in figure 3. The tests were made with maize and barley seeds.

v_c - viteza periferică a ciocanelor, m/s;
 D - diametrul rotorului cu ciocane, m;
 v_{ds} - viteza de deplasare a stratului de semințe în camera de măcinare, m/s;
 z - nr. de ciocane;
 b - lățimea ciocanului, mm;
 e - jocul (distanța) între varful ciocanelor și sită, mm;
 d - diametrul orificiilor sitei din camera de măcinare, mm;
 β - unghiul de acoperire a camerei de măcinare, grade;
 l - lungimea ciocanului, mm;
 q_a - cantitatea de aer necesară pentru evacuarea materialului din camera de măcinare, m³/min;
 A - aria totală a orificiilor sitei, mm²;
 M - modulul de finețe a măcinșului, mm;
 G - granulația măcinșului, mm;
 F - rezistența la sfărâmare a semințelor, kgf/cm²;
 E - modulul de elasticitate al semințelor, kgf/cm²;
 ρ - densitatea materialului care se macină, kg/m³;
 - sistemul dinamic rotor - ciocane.

Deoarece nu toți parametrii au o influență la fel de mare, în cadrul experimentărilor s-au efectuat determinări doar pentru câțiva dintre ei.

Experimentările cu variantele constructive prezentate în figura 2 s-au realizat în următoarele condiții:

- 1) Semințe de porumb:
 - umiditatea, 13,6%;
 - viteza periferică, 77 m/s;
 - unghiul de acoperire, 175°, 210° și 255°;
- 2) Semințe de porumb și orz:
 - umiditatea, 13,3-13,6%;
 - unghiul de acoperire, 175°, 210° si 255°;
 - distanța între ciocane și sită, 10 mm;
- 3) Echiparea morii:
 - sita cu orificii de $\varnothing 3$ mm;
 - sita cu orificii de $\varnothing 5$ mm;

Granulația măcinșului s-a determinat pe baza probelor de cernere a unei cantități de 100 g măcinș folosind o baterie de site cu dimensiunile orificiilor de: 0,5 mm; 1,0 mm; 1,6 mm; 2,0 mm; 2,5 mm.

În literatura de specialitate sunt relatate o serie de cercetări privind influența diferiților factori asupra procesului de lucru, până în prezent nu dispunem de date complete care să elucideze în totalitate interacțiunea reciprocă a factorilor mecanici, constructivi și funcționali.

REZULTATE

Pentru evaluarea corectă a rezultatelor experimentărilor au fost determinate în laborator caracteristicile semințelor supuse operației de măcinare. Valorile obținute sunt prezentate în tabelul 1. Prima serie de încercări a fost realizată în vederea stabilirii eficienței creșterii suprafeței sitei prin mărirea unghiului de acoperire a camerei de măcinare de către sită. S-au realizat experimentări cu sitele cu unghiul de acoperire 175°, 210° și 255°. Rezultatele experimentărilor, sunt prezentate în graficul 1. Încercările s-au realizat cu semințe de porumb și orz.

Table 1

The main characteristics of cereal seeds subject to grinding

The name of seeds	Moisture [%]	Hectoliter mass [kg/hl]	The mass of 1000 grains [g]	Impurities [%]
Maize seeds	13.6	70.8	284.6	0.85
Barley	13.3	56.9	3.,2	13.8

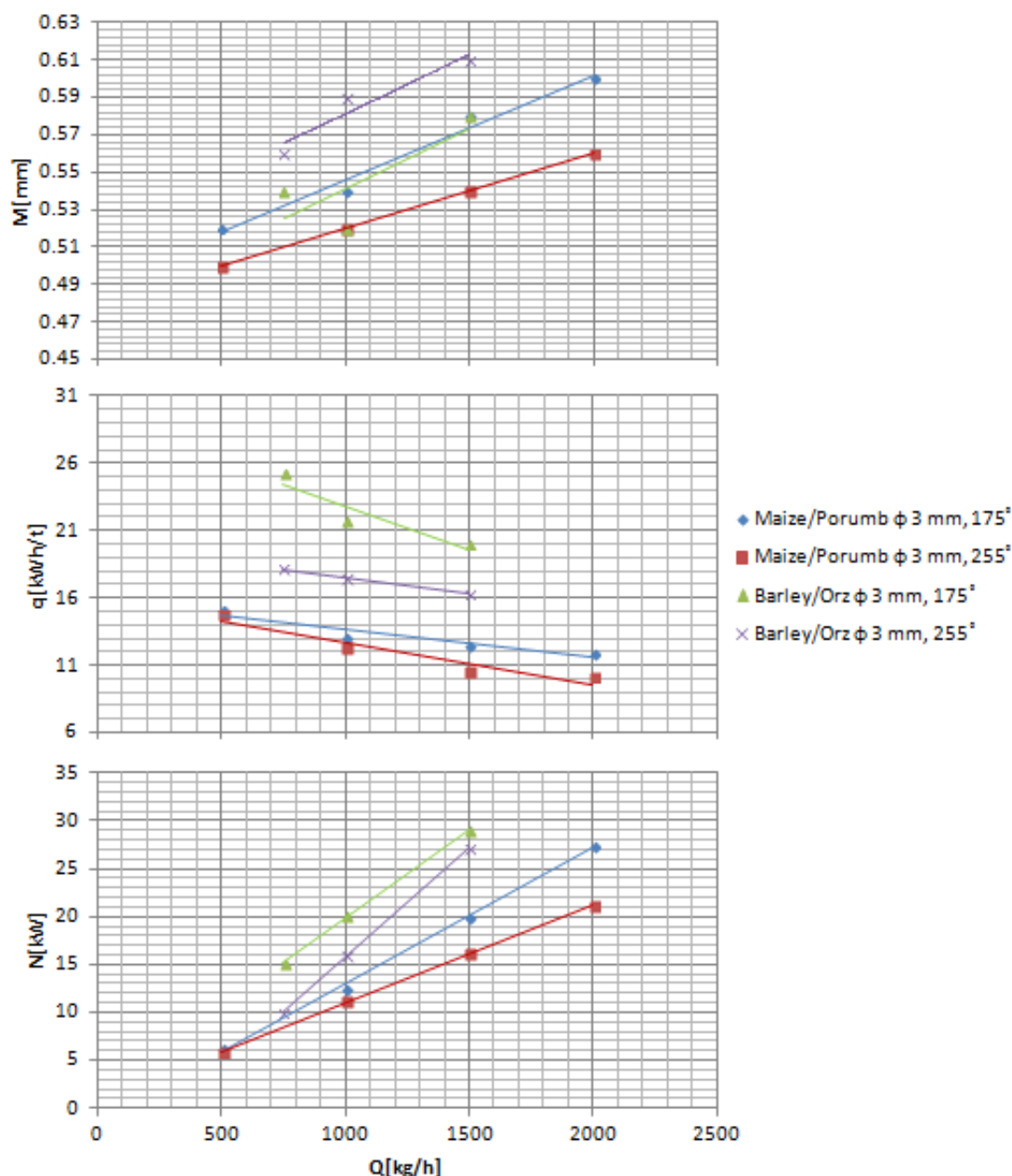


Fig. 3 - Exploitation indices obtained with sieve with the coverage angle of the grinding chamber of 175° and 255°

Analyzing the chart in figure 3, it shows that the most advantageous system of mill equipping is the sieve with the angle of coverage of 255° compared to the 175° one, obtaining in all cases an increase in productivity and a reduction in specific energy consumption.

It is noticed that at nominal power of a 30 kW electric motor to drive the mill is achieving a 24% increase in productivity depending on ground seeds and a reduction in specific energy consumption by 20-24% at grinding granulation between 0.53-0.64 mm.

A second series of tests, was carried out in order to determine the effect of the distance between the top of the hammers and the sieve, for distances of 10, 20 and 30 mm, using the sieves shown in figure 2. Indices obtained in the experiments are shown in the chart no.2 in figure 4. The tests were made with maize seeds.

Analizand graficul din figura 3, rezultă că sistemul cel mai avantajos de echipare a morii, este sita cu unghiul de acoperire de 255° față de cel de 175° , obținându-se în toate cazurile o creștere a productivității și o reducere a consumului specific de energie.

Se constată de asemenea că la puterea nominală a motorului electric de 30 kW pentru acționarea morii se realizează o creștere a productivității de 24% în funcție de semințele măcinate și o reducere a consumului specific de energie de 20-24% la o granulație de măcinare cuprinsă între 0.53-0.64 mm.

O a doua serie de încercări, s-a efectuat în vederea stabilirii efectului distanței între vârful ciocanelor și sită, pentru distanțele 10, 20 și 30 mm, utilizând sitele din figura 2. Indicii obținuți în urma experimentărilor sunt prezentați în graficul din figura 4. Încercările s-au realizat cu semințe de porumb.

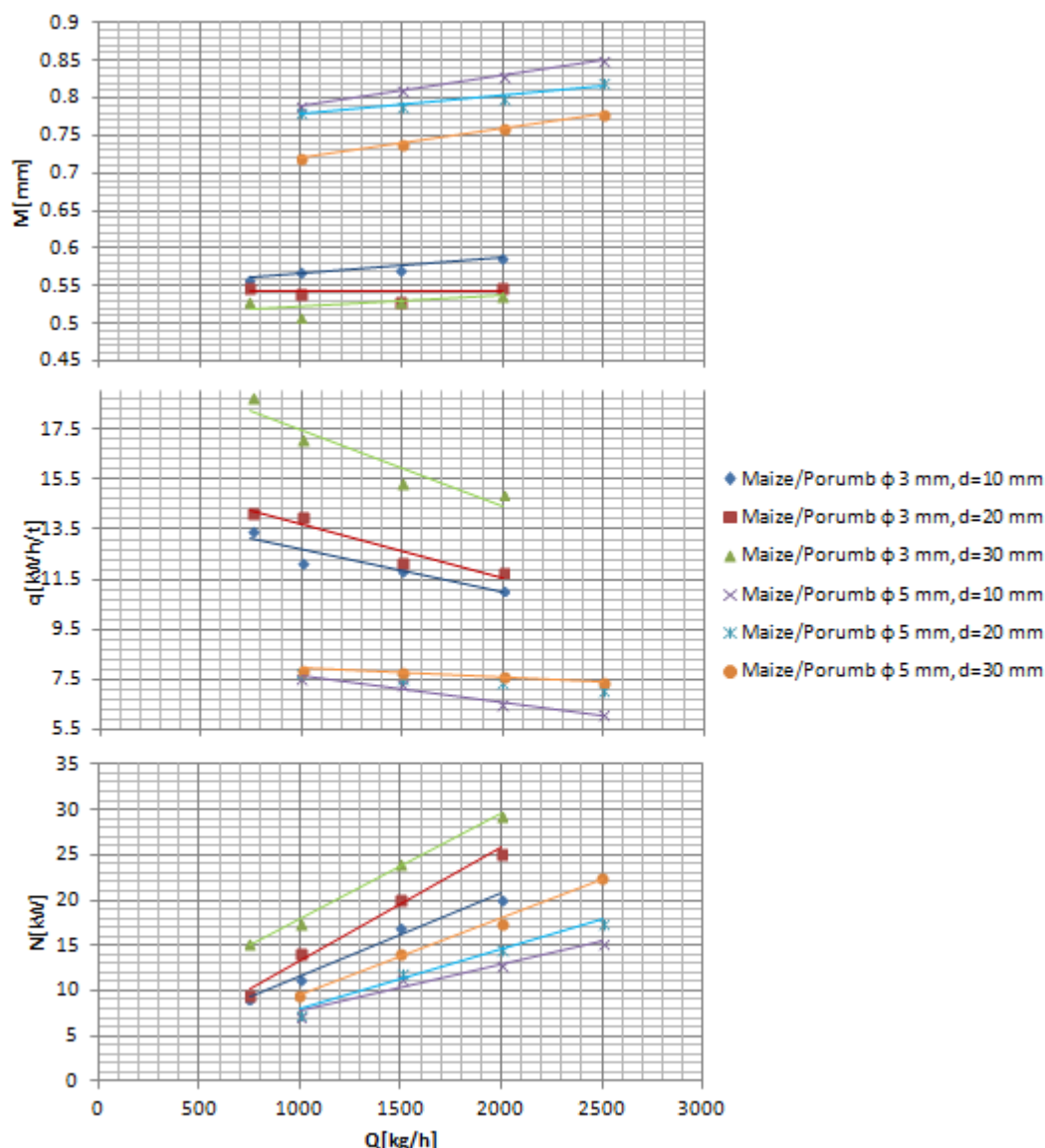


Fig. 4 - Exploitation indices obtained with different distances between the top of the hammers and sieve on grinding maize

Analyzing the chart in figure 4, it shows that at the same sieve and necessary power for conducting the operation of grinding, along with increasing the distance between the top of the hammers and sieve, the capacity and average grinding granulation decrease and specific energy consumption is increased. By comparing the obtained indices can be seen that the optimum distance is the most efficient at 10 mm, because in this case it is achieved an increase in the capacity of grinding according to granulation by 18-35% and a reduction of the specific energy consumption by 4-20%.

Also from the analysis of chart shown in figure 4 it results that the size of the holes and work surface of the sieve are basic factors in providing grinding intensity.

During the experiments was also analyzed the effect of the concaves mounted on mill with open room.

It was noted, regarding to these concaves, the following phenomena:

- for grinding process to be more intense in the case of collision by the concaves, the particles must rebound in the working range of hammers;
- the concaves riflure must be selected from the constructive point of view, so that the angle of incidence of the particles have the maximum value.

Analizând graficul din figura 4, rezultă că la aceeași sită și putere necesară pentru desfășurarea operației de măcinare, o dată cu creșterea distanței între vârful ciocanelor și sită, scade capacitatea și granulația medie de măcinare iar consumul specific de energie crește. Comparând indicii obținuți se poate constata distanța optimă cea mai eficientă este cea de 10 mm, comparativ cu celelalte deoarece în acest caz se realizează o creștere a capacității de măcinare funcție de granulație cu 18-35% dar și o reducere a consumului specific de energie cu 4-20%.

Tot din analiza graficului 4 rezultă că dimensiunile orificiilor și suprafața de lucru a sitei sunt factori de bază în asigurarea intensității de măcinare.

Pe durata experimentărilor s-a analizat și efectul contrabătătoarelor montate pe moara cu camera deschisă.

S-a constatat în privința acestor contrabătătoare următoarele fenomene:

- pentru ca procesul de măcinare să fie mai intens în cazul lovirii de contrabătător, particulele trebuie să ricoșeze în zona de acțiune a ciocanelor;
- riflurile contrabătătorului trebuie alese din punct de vedere constructiv, astfel încât unghiul de incidență a particulelor să aibă valoarea maximă.

CONCLUSIONS

Following research and results can formulate the following conclusion:

1. the most advantageous system to equip a mill with open room, is the sieve with the angle of coverage of 255 ° compared to the 175 °, in the situation when the mill is provided with concaves;

2. it is recommended to increase the working surface of the sieve as this influences the grinding granulation;

3. by increasing the distance between the top of the hammers and sieve, the capacity and the average grinding granulation decrease and the specific energy consumption grows;

4. distance between top of the hammers and sieve is at 10 mm.

5. to increase the intensity of the grinding process in the case of collision of the particles by the concaves, the particles must rebound in the working range of hammers;

6. the concaves riflure must be selected from the constructive point of view, so that the angle of incidence of

the particles to have the maximum value $\frac{\pi}{2}$;

7. the desired degree of fineness can be achieved for productivity and minimum specific energy consumption with the help of sieve with large holes $\varnothing 5$ mm, and it excludes the possibility of additional grinding;

8. a very thin grain grinding causes gastric disorders for swine and is an unnecessary additional energy consumption for poultry.

REFERENCES

- [1]. Păun A. (2004) - *Study on the grinding process of concentrate fodder in hammer mills*, PhD thesis, Politechnic University of Bucharest. Romania;
- [2]. Păun A. (2008) - *Hammer mills. Study on the grinding process of concentrated fodder*, "Terra Nostra" Publishing, ISBN 978-973-1888-04-7, Iasi
- [3]. Păun A. (2009) - *Technologies and equipment for obtaining concentrated fodder from the seeds grain*, "Terra Nostra" Publishing, ISBN 978-973-1888-34-7, Iasi
- [4]. Păun A., Gângu V., Cojocaru I., Schilacci G.- *The influence of quality parameters of working, constructive and functional on grinding cereal seeds technology for obtaining concentrated fodder*, Scientific papers, Symposium - INMATEH V; vol.23, pg.11-18; ISSN 1583-1019; Bucharest; november 2007; [cat. B+]
- [5]. Vasile C., Bădescu M. (2010) - *Studies on fodder grinding machines and on the necessity of dust filtering for grinding machines*, INMATEH - Agricultural Engineering, Vol. 30, No.1. (ISSN 2068 – 2239)
- [6]. Voicu Gh., David L., Safta V., (1998) – *Aspects regarding the determination of main parameters of hammer mills*, Machine Building Journal, 4-5, pg.23-25, (ISSN 0573-7419).

CONCLUZII

În urma cercetărilor efectuate și a rezultatelor obținute se pot formula următoarele concluzii:

1. sistemul cel mai avantajos de echipare a unei morii cu camera deschisa, este sita cu unghiul de acoperire de 255° față de cel de 175°, în situația când moara este prevăzută cu contrabătătoare;

2. se recomandă mărirea suprafeței de lucru a sitei deoarece aceasta influențează asupra granulozității măcinșului;

3. o dată cu creșterea distanței între vârful ciocanelor și sită, scade capacitatea și granulația medie de măcinare iar consumul specific de energie crește;

4. cea mai eficientă distanța între vârful ciocanelor și sita este cea de 10 mm.

5. pentru creșterea intensității procesul de măcinare în cazul lovirii de contrabătător, particulele trebuie să ricoșeze în zona de acțiune a ciocanelor;

6. riflurile contrabătătorului trebuie alese din punct de vedere constructiv, astfel încât unghiul de incidență a

particulelor să aibă valoarea maximă $\frac{\pi}{2}$;

7. gradul de finețe dorit se poate obține pentru o productivitate și consum specific de energie minim cu ajutorul sitei cu orificii mari $\varnothing 5$ mm, și totodată se exclude posibilitatea măcinării suplimentare;

8. o granulație prea fină a măcinșului duce la tulburări gastrice în cazul porcinelor și reprezintă un consum suplimentar de energie inutil în cazul păsărilor.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Păun A. (2004) - *Studiul procesului de măcinare a nutrețurilor concentrate în morile cu ciocane*, teza de doctorat, Universitatea Politehnică din București, România;
- [2]. Păun A. (2008)- *Mori cu ciocane. Studiul procesului de măcinare a furajelor concentrate*, Editura "Terra Nostra", ISBN 978-973-1888-04-7, Iasi
- [3]. Păun A. (2009) - *Tehnologii și instalații pentru obținerea nutrețurilor concentrate din semințe de cereale*, Editura "Terra Nostra", ISBN 978-973-1888-34-7, Iasi
- [4]. Păun A., Gângu V., Cojocaru I., Schilacci G.- *Influenta parametrilor calitativi de lucru, constructivi și funcionali asupra calitatii macinarii semintelor de cereale in tehnologia de obtinere a nutreturilor concentrate*, Lucrări științifice, Simpozion - INMATEH V; vol.23, pag.11-18; ISSN 1583-1019; Bucuresti; noiembrie 2007;
- [5]. Vasile C., Bădescu M. (2010) - *Studii privind mașinile de măcinare a nutrețurilor și necesitatea filtrării prafului la mașinile de măcinat*, INMATEH - Agricultural Engineering, Vol. 30, Nr.1. (ISSN 2068 – 2239)
- [6]. Voicu Gh., David L., Safta V., (1998) – *Aspecte cu privire la determinarea principalilor parametri ai morilor cu ciocane*, Rev. Construcția de Mașini, 4-5, pag.23-25, (ISSN 0573-7419).

CERTIFICATION OF ORGANIC PRODUCTS

CERTIFICAREA PRODUSELOR ECOLOGICE

Ph.D. Eng. Alexandru I.D.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 0318053213; E-mail: alexandru@inma.ro

Abstract: Ecological agriculture implies a production system which excludes the utilization of artificial fertilizers, pesticides, growing hormones and additives in animal feeding. Any operator, which produces, prepares or imports goods manufactured according to environmental-friendly methods has to be checked by a body of inspection and certification, which should attest that the specific Community and national regulations have been respected.

Keywords: environmental-friendly agriculture, operator, inspection and certification body of ecological products, labelling

INTRODUCTION

Ecological production means to obtain agro-food products without using chemical synthesis products, in compliance with ecological production regulations, which respect the Community and national legislation and are certified by a body of inspection and certification established for this very purpose.

Methods of ecological production have to meet the following conditions [1]:

- Comply to the environmental-friendly principles;
- It is forbidden to use soil fertilizers and ameliorating agents, pesticides, foddering materials, alimentary additives, ingredients for preparing food products, substances used in animal feeding, substances entering the fodder preparation, products for cleaning and disinfection of animal stables other than those allowed by ecological agriculture;
- Seeds or vegetal sowing material should be obtained by ecological production methods.

Environmental-friendly agriculture offers to farmers the opportunity of diversifying the method of production taking also benefit from biodiversity and sustainability in rural communities. At the same time, ecological agriculture allows the farmers' professional development by using technologies coming from the most recent researches in soil science, biodiversity, plant cultivation, animal breeding, ecology, animal living standards, as well as natural resources preservation.

Romanian ecological products market has importantly increased in latest years, especially, following the financial support received by farmers to pass from traditional agriculture to environmental-friendly one.

MATERIAL AND METHOD

Cultivation, preparation, import and selling of ecological products is regulated by Reg.(CE) 834/2007 and 889/2009, aiming to guarantee to consumer that the respective product is obtained without using the chemical synthesis substances and genetically modified organisms.

Council Regulation (CE) no. 834/2007 from June, 28, 2007 related to ecological production and environmental-friendly products labelling, as well as abrogation of Regulation (CEE) no. 2092/91 constitute the legal reference framework for all stages of production, processing, distribution, control and labelling of ecological products able to be commercialized in EU. The Regulation provides objectives and principles for an ongoing development of ecological production and are

Rezumat: Agricultura ecologică implică un sistem de producție care exclude utilizarea fertilizatorilor artificiali, a pesticidelor, hormonilor de creștere și aditivilor în hrana animalelor. Orice operator, care produce, prepară sau importă bunuri produse în conformitate cu metodele ecologice trebuie să se supună controlului unui organism de inspecție și certificare care atestă că au fost respectate reglementările comunitare și naționale specifice

Cuvinte cheie: agricultură ecologică, operator, organism de inspecție și certificare produse ecologice, etichetare

INTRODUCERE

Producția ecologică înseamnă obținerea de produse agroalimentare fără utilizarea produselor chimice de sinteză, în conformitate cu regulile de producție ecologică care respectă legislația comunitară și națională și sunt atestate de un organism de inspecție și certificare înființat în acest scop.

Metodele de producție ecologică utilizate trebuie să îndeplinească următoarele condiții [1]:

- respectarea principiilor producției ecologice;
- neutilizarea de fertilizatori și amelioratori ai solului, pesticide, materiale furajere, aditivi alimentari, ingrediente pentru prepararea alimentelor, substanțe folosite în alimentația animalelor, substanțe ajutătoare pentru pregătirea furajelor, produse pentru curățarea și dezinfectarea adăposturilor pentru animale și de alte produse, decât a acelor permise să fie utilizate în agricultura ecologică;
- folosirea de semințe sau material vegetativ săditor obținut prin metode de producție ecologică.

Agricultura ecologică oferă agricultorilor șansa de a diversifica metodele de producție beneficiind în același timp de biodiversitate și durabilitate în comunitățile rurale. Agricultura ecologică, de asemenea, permite agricultorilor să se dezvolte profesional prin utilizarea de tehnologii ca rezultat al celor mai recente cercetări în domeniul științei solului, biodiversitate, cultivarea plantelor, creșterea animalelor, ecologie, standarde de bunăstare a animalelor, precum și conservarea resurselor naturale.

Piața produselor ecologice românești a crescut în mod semnificativ în ultimii ani, în special după ce fermierii au început să primească sprijin financiar pentru a converti de la convențional la agricultura ecologică.

MATERIAL ȘI METODĂ

Cultivarea, prepararea, importul și vânzarea produselor ecologice este reglementată de Reg.(CE) 834/2007 și 889/2009, care au rolul de a garanta consumatorului că produsul este obținut fără utilizarea substanțelor chimice de sinteză și a Organismelor modificate genetic

Regulamentul (CE) nr. 834/2007 al Consiliului din 28 iunie 2007 privind producția ecologică și etichetarea produselor ecologice, precum și de abrogare a Regulamentului (CEE) nr. 2092/91 constituie cadrul legal de referință pentru toate stadiile de producție, procesare distribuție, control și etichetare a produselor ecologice care pot fi comercializate în UE. Furnizează obiective și principii pentru continua dezvoltare a producției ecologice și se aplică la produse agricole vii sau neprocesate,

applied to living or unprocessed agricultural products, agricultural products processed for being used as food, animal food, planting material and cultivating seeds; harvesting of wild plants and marine algae.

Commission Regulation (CE) no. 889/2008 from 5 September 2008 establishing the applying norms of Regulation (CE) no. 834/2007 of Council regarding the ecological production and ecological products labelling in terms of environmental-friendly production, labelling and control, stipulates detailed rules related to above issues. It regulates all levels of vegetal and animal production, starting from field cultivation to animal breeding, processing, distributing and control of food. We can find here numerous technical details, among which the tables containing the allowable external inputs.

Except these particular regulations, the ecological operators have to comply with provisions generally applied to production and processing of agricultural products.

Operators which produce, process, store, commercialize and/or import certified and/or conversion agro-food products from a third country, have to be subject to a certification and inspection system examination, before introducing their products to the market.

Before beginning to run their activity or obtaining ecological products, the operators have to register to a certification and inspection body, after which the respective activity must be registered at Ministry of Agriculture, by means of county agriculture agencies. At the same time, ecological farms have to develop a conversion period of 2 years, at least.

In Romania, inspection and certification of ecological products is performed by inspection and certification bodies, legal persons from public or private sector, acknowledged by Ministry of Agriculture. Up to present moment, in Romania are operating 13 inspection and certification bodies.

Certification means inspection of agricultural fields and processing installations, existence of a detailed account, as well as periodical soil and water testing in order to be sure that producers comply with appropriate standards.

In order to initiate the control, the operators have to make available to certification body, a documentation which should present [2]:

- a complete description of institution and/or premises and/or activity,
- all practical measures to be undertaken for the respective unit and/or premises and/or activity, which assure the compliance with ecological production regulations;
- measures of precaution having to be undertaken for reducing the risk of contamination with non authorized products or substances and measures of cleaning the storing locations and manufacturer's production chain;
- specific characteristics of method of production used.

Within these inspections, samples are taken for determining the non authorized products in terms of environmental-friendly production or of verifying the production techniques which do not meet the appropriate requirements. At the same time, samples may be taken and analyzed for detecting a probable contamination with non authorized products.

In the locations where controls are performed, it is necessary to keep a strict material and financial record which allows the operator to identify and certification body, respectively, to check [2]:

- the supplier and, if they are different, the seller or

produse agricole procesate pentru a fi utilizate ca alimente; hrană pentru animale, materialul de înmulțire vegetativ și semințe pentru cultivare, recoltarea de plante sălbatice și alge marine.

Regulamentul (CE) nr. 889/2008 al Comisiei din 5 septembrie 2008 de stabilire a normelor de aplicare a Regulamentului (CE) nr. 834/2007 al Consiliului privind producția ecologică și etichetarea produselor ecologice în ceea ce privește producția ecologică, etichetarea și controlul descriereguli detaliate de producție, etichetare și control. Reglementează toate nivelurile de producție vegetală și animală, de la cultivarea terenului la creșterea animalelor, procesarea, distribuția și controlul alimentelor. Aici se regăsesc numeroase detalii tehnice, printre care tablele referitoare la imputurile externe admise.

În afara acestor regulamente specifice, operatorii ecologici trebuie să respecte regulile general aplicabile producției și procesării produselor agricole.

Operatorii care produc, procesează, depozitează, comercializează și/sau importă dintr-o țară terță produse agroalimentare certificate și/sau în conversie, înainte de a le introduce pe piață trebuie să își supună activitatea unității/fermei de producție sistemului de inspecție și certificare.

Înainte ca operatorii din sectorul ecologic să poată începe derularea activității sau să obțină produse ecologice trebuie să se înregistreze la un organism de inspecție și certificare. Urmează apoi înregistrarea activității la Ministrul Agriculturii, prin intermediul direcțiilor pentru agricultură județene. De asemenea, fermele ecologice trebuie să parcurgă o perioadă de conversie, de minimum 2 ani.

Inspecția și certificarea produselor ecologice se efectuează în România, de către organisme de inspecție și certificare, persoane juridice din sectorul public sau privat, aprobate de Ministerul Agriculturii. Până în prezent în România sunt 13 organisme de inspecție și certificare.

Certificarea presupune inspecția terenurilor agricole și a instalațiilor de prelucrare, existența unei evidențe detaliate, precum și testarea periodică a solului și a apei pentru a se asigura că producătorii îndeplinesc cerințele standardelor aplicabile.

În vederea inițierii controlului operatorii trebuie să pună la dispoziția organismului de certificare o documentație din care să reiasă [2]:

- o descriere completă a unității și/sau a localurilor și/sau a activității;
- toate măsurile practice care trebuie întreprinse la nivelul unității și/sau al locațiilor și/sau al activității care să asigure respectarea regulilor de producție ecologică;
- măsurile de precauție care trebuie întreprinse pentru a reduce riscul contaminării cu produse sau substanțe neautorizate și măsurile de curățenie care trebuie întreprinse în amplasamentele de stocare și prin lanțul de producție al producătorului;
- caracteristicile specifice ale metodei de producție utilizate.

În cadrul acestor inspecții se pot preleva eșantioane pentru determinarea produselor neautorizate pentru producția ecologică sau pentru verificarea tehnicilor de producție care nu sunt în conformitate cu regulile specifice. De asemenea, se pot preleva și analiza eșantioane în vederea detectării unei posibile contaminări cu produse neautorizate pentru producția ecologică.

În locațiile în care se efectuează controalele este necesar să se păstreze o contabilitate materială și financiară care să permită operatorului să identifice iar organismului de certificare să verifice [2]:

- furnizorul și, dacă sunt diferiți, vânzătorul sau

exporter of products;

- nature and quantities of ecological products delivered to unit, and if the case is, the type and amount of all materials bought and their utilization, and, if necessary, the compound fodder composition;
- nature and quantities of ecological products stored in different locations;
- type, quantity and recipients and, if they are different, the buyers, others than final consumers of any product which left the premises or storing installations belonging to first recipient;
- In case of operators who do not store or physically manipulate ecological products, nature and quantity of ecological products bought and sold, suppliers and, if different, the sellers or exporters and, if different, the recipients;
- Results of products control, when they are taken over.

All accounting documents accompanied by appropriate documents in proof.

We must underline that those presented above represent the minimum forefront requirements. They are completed by requirements appropriate to each type of activity developed, such as: plants and vegetable products obtained from agricultural production or spontaneous flora collecting; marine algae; animals and animal products coming from breeding activity; apiculture; production of aquaculture animals; preparation of vegetable products based on marine algae, animals and aquaculture animals and food products obtained from them; import of agricultural products coming from third countries; production, preparation or import of ecological products partially or totally contracted by units to third parties; processing animal food.

Following the controls of inspection and certification body, operators which respected the production regulations shall receive a certificate of ecological product and shall be able to label their products. The label applied on an ecological product must contain: ecological production reference, logos (EU environmental-friendly logo and national logo), name and code of respective body that performed the inspection and issued the certificate of environmental-friendly product [3]. There are specific requirements in terms of labelling and composition applied to ecological food for animals; conversion vegetable-origin products and vegetal seeding material for cultivation.

The organism of inspection and certification performs, at least, once a year a physical inspection to all operators but also surveys, most times, unannounced, based on general evaluation of risk assumed when ecological production regulations are not respected and taking into consideration at least the results of previous surveys, products quantity and risk of changing the products.

RESULTS

At the end of 2013, according to data supplied by Bodies of inspection and certification, 14873 operators were certified in ecological agriculture.

CONCLUSIONS

There are several definitions for ecological agriculture, but all express that this system is mostly based on management of ecosystems than external agriculture inputs. Environmental-friendly agriculture represents a system which begins to take into consideration the potential social and environmental impact by eliminating the use of synthetic raw materials, such as fertilizers and synthesis pesticides, veterinary-

exportatorul produselor;

- natura și cantitățile produselor ecologice livrate în unitate și, dacă este cazul, natura și cantitățile tuturor materialelor cumpărate și utilizarea lor, iar acolo unde este cazul, compoziția furajelor compuse;
- natura și cantitățile produselor ecologice depozitate în locații pe exploatație;
- natura, cantitățile și destinatarii și, dacă sunt diferiți, cumpărătorii, alții decât consumatorii finali, ai oricărui produs care a fost scos din unitate, din locațiile sau din instalațiile de depozitare ale primului destinatar;
- în cazul operatorilor care nu depozitează sau nu manipulează fizic produse ecologice, natura și cantitățile produselor ecologice cumpărate și vândute, furnizorii și, dacă sunt diferiți, vânzătorii sau exportatorii, cumpărătorii și, dacă sunt diferiți, destinatarii;
- rezultatele verificării la recepție a produselor ecologice.

Toate documentele contabile trebuie însoțite de documente justificative corespunzătoare.

Trebuie menționat faptul că cele prezentate anterior constituie cerințe minime de control. Acestea sunt completate de cerințe specifice fiecărui tip de activitate desfășurată, cum ar fi: plante și produse vegetale obținute din producția agricolă sau din colectarea plantelor spontane; alge marine; animale și produse animale din activitatea de creștere a animalelor; apicultură; producția de animale de acvacultură; prepararea produselor vegetale, pe bază de alge marine, animale și animale de acvacultură și a produselor alimentare obținute din acestea; importul de produse agricole provenind din țări terțe; producția, pregătirea sau importul produselor ecologice contractate de către unități terților parțial sau total operațiunile efectuate; procesarea hranei pentru animale.

În urma controalelor efectuate de organismul de inspecție și certificare, operatorii care au respectat regulile de producție primesc un certificat de produs ecologic și își vor putea eticheta produsele. Pe eticheta aplicată unui produs ecologic sunt obligatorii următoarele mențiuni: referire la producția ecologică, siglele (sigla ecologică a UE și sigla națională), numele și codul organismului de inspecție și certificare care a efectuat inspecția și a eliberat certificatul de produs ecologic [3]. Există cerințe specifice în privința etichetării și compoziției aplicabile pentru hrană ecologică pentru animale; produse de conversie de origine vegetală și material de înmulțire vegetativ și semințe pentru cultivare.

Organismul de inspecție și certificare realizează cel puțin o dată pe an o inspecție fizică a tuturor operatorilor dar și controale prin sondaj, de cele mai multe ori neanunțate, bazate pe evaluarea generală a riscului de nerespectare a regulilor de producție ecologică și luând în considerare cel puțin rezultatele controalelor anterioare, cantitatea produselor în cauză și riscul de a schimba produsele.

REZULTATE

La finele anului 2013, conform datelor furnizate de Organismele de inspecție și certificare erau înregistrați 14873 operatori certificați în agricultura ecologică.

CONCLUZII

Există mai multe definiții pentru agricultura ecologică, dar toate converg pentru a afirma că aceasta este un sistem care se bazează mai degrabă pe managementul ecosistemelor decât pe inputuri agricole externe. Agricultura ecologică constituie un sistem care începe să ia în considerare impactul potențial social și asupra mediului prin eliminarea utilizării de materii prime sintetice, cum ar fi îngrășămintele și pesticide de sinteză,

use medicines, GM seeds, preserving substances and additives.

Farmers, processors and agents trading ecological products have to strictly comply to EU requirements, if they want to use the ecological logo of EU or label their products as environmental-friendly products. Therefore, Bodies of inspection and certification of ecological products perform controls in each stage of organic chain. Each operator (farmer, processor, trader, importer or exporter) is checked once a year, at least, or more often, based on a risk evaluation.

REFERENCES

- [1]. Emergency Order no. 34 from 17 April 2000 regarding the ecological agro-food products;
- [2]. Regulation(CE) no. 889/2008 of Commission from 5 September 2008 establishing the norms of applying the Regulation(CE) no. 834/2007;
- [3]. www.madr.ro

medicamente de uz veterinar, semințe modificate genetic, conservanți și aditivi.

Fermierii, procesatori și comercianții de produse ecologice trebuie să respecte cu strictețe cerințele Uniunii Europene dacă este dorește să utilizeze sigla ecologică al UE sau să își eticheteze produsele ca ecologice. Pentru aceasta, Organismele de inspecție și certificare produse ecologice efectuează controale în fiecare etapă a lanțului organic. Fiecare operator (fermier, procesator, comerciant, importator sau exportator) este verificată cel puțin o dată pe an, sau mai des, pe baza unei evaluări a riscurilor.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Ordonanța de Urgență nr. 34 din 17 aprilie 2000 privind produsele agroalimentare ecologice;
- [2]. Regulamentul (CE) nr. 889/2008 al Comisiei din 5 septembrie 2008 de stabilire a normelor de aplicare a Regulamentului (CE) nr. 834/2007;
- [3]. www.madr.ro

CONSIDERATIONS FOR SUSTAINABLE SYSTEMS MODELING AND SOWING VEGETABLE CROPS

CONSIDERAȚII PRIVIND MAȘINILE DE MODELAT ȘI SEMĂNAT ÎN SISTEM DURABIL A CULTURILOR DE LEGUME

Ph.D. Eng. Mateescu M., Prof. Ph.D. Eng. Pirnă I., Ph.D. Eng. Păun A., Ph.D. Eng. Marin E.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 0756.880.044; E-mail: marinelamateescu@yahoo.com

Abstract: One of the main causes of the high production cost for vegetables is the cost of crop establishment, due to the use of obsolete equipment with large energy consumption and which, in addition, determines soil ecological damage, due to the destruction of the structure and texture of the soil by repeated passages on the same tracks. A sustainable agricultural system is characterized by dynamism and diversity, through a viable land management, integrating plant and animal production, conservation and management of resources and the extension of new generations of technologies and equipment for agriculture. The paper presents some aspects of existing solutions and equipment in our country and in the world related to modeling and sowing vegetable crops in sustainable system.

Keywords: equipment, environmental, cost, solution

INTRODUCTION

Agriculture recorded throughout its history many steps that led to modification and development of practices, changing mentalities and the exploitation ways of resources.

To successfully promote a sustainable agriculture it is necessary that the manufacturers to comply with certain conditions, which relate mainly to crop rotation, rational fertilization, weed control, diseases, pests and reducing of the energy consumption [1, 11].

High yields possible to obtain, as well as the vegetables that can be sold at competitive prices, determine a more intensive vegetable growing character, enabling the increase of income per unit area, contributing to the development of vegetable farms and increasing farmers income.

Romania, in terms of the area cultivated with vegetables, is ranked the fourth in Europe after Spain, Italy and France. Bulbs and root vegetables are species that are cultivated over large areas in Romania with values over 35% of the area cultivated with vegetables and over 25% of total production of vegetables. They find the most favorable climatic conditions in south, southeast, the west areas and in central Transylvania [8].

Because of the content of nutritive substances they are widely used in human nutrition both raw and prepared in various forms. Some of them are used in the pharmaceutical industry for their content substances with bactericidal antibiotics and laxative effects. Getting higher quantity and quality productions, crops economically efficient, is mainly conditioned by the application of advanced technologies and the use of an appropriate range, adapted to the area, specializing on harvest destination [7].

The profound changes that took place in Romanian agriculture require a reassessment of mechanization technologies for setting the vegetable crops, in order to

Rezumat: Una din cauzele principale ale costurilor ridicate ale producerii legumelor o reprezintă cheltuielile mari la înființarea culturilor legumicole, din cauza utilizării unor echipamente tehnice depășite moral, mari consumatoare de energie și care, în plus, aduc și prejudicii de natură ecologică solurilor, ca urmare a distrugerii structurii și texturii acestora prin trecerile repetate pe aceleași urme. Un sistem de agricultură durabil se caracterizează pe lângă dinamism și diversitate, prin gospodărire viabilă a terenurilor, integrare a producției vegetale și animale, conservare și gospodărire a resurselor și extensia unor noi generații de tehnologii și echipamente agricole. În lucrare sunt prezentate câteva aspecte privind soluțiile referitoare la echipamentele existente în țară și pe plan mondial referitor la modelarea și semănatul în sistem durabil a culturilor de legume.

Cuvinte cheie: echipament, ecologic, cost, soluție

INTRODUCERE

Agricultura a înregistrat de-a lungul istoriei sale numeroase etape care au dus la modificarea și evoluția practicilor abordate, la schimbarea mentalității și a modalităților de exploatare a resurselor.

Pentru promovarea cu succes a agriculturii durabile este necesar ca producătorii să respecte anumite condiții, care se referă în principal la rotația culturilor, fertilizarea rațională, controlul buruienilor, bolilor, dăunătorilor și reducerea consumurilor energetice [1, 11].

Produsele mari posibil de obținut, ca și faptul că legumele pot fi valorificate mai sigur la prețuri concurențiale, determină un caracter pronunțat intensiv al legumiculturii, dând posibilitate sporirii venitului la unitatea de suprafață, contribuind la dezvoltarea fermelor legumicole, la creșterea veniturilor cultivatorilor.

România, din punct de vedere al suprafeței cultivate cu legume se situează pe locul patru în Europa după Spania, Italia și Franța. Legumele bulboase și rădăcinoase sunt specii care se cultivă pe suprafețe mari în România cu valori de peste 35% din suprafața cultivată cu legume și peste 25% din producția totală realizată de legume. Acestea găsesc cele mai favorabile condiții pedoclimatice în zonele din sud, sud-estul țării, în partea de vest și în centrul Transilvaniei [8].

Datorită conținutului bogat în substanțe nutritive sunt foarte mult folosite în alimentația omului atât în stare crudă cât și preparate sub diferite forme. Unele din ele sunt folosite și în industria farmaceutică pentru conținutul lor în substanțe antibiotice cu puternic efect bactericid și laxativ. Obținerea de producții superioare cantitativ și calitativ, de culturi eficiente din punct de vedere economic, este condiționată în principal, de aplicarea de tehnologii performante și de utilizare a unui sortiment adecvat, adaptat condițiilor zonei, specializat pe destinația recoltei [7].

Profunde schimbări care au avut loc în agricultura românească impun o reevaluare a tehnologiilor de mecanizare a înființării culturilor legumicole, în scopul

obtain increased yields. This demands require finding applied technological solutions to serve in obtaining competitive crops.

The economic importance of vegetables culture is that they allow an intensive use of the land. Vegetable cultures provides a better use of the land, because of the possibilities of making, on large-scale, of successions, both in open field culture, but especially in protected culture. It is estimated that 1 ha of vegetables grown in the field is equivalent to 1012 ha of wheat, 1 ha of vegetables grown in solarium amounts to 150 ha of wheat and 1 ha of vegetables grown in greenhouses amounts to 200 ha of wheat [5].

Year after year, in terms of vegetable in Romania, there was a revival. National Institute of Statistics recently conducted a report on agricultural production in major vegetable crops in 2013, presented in Table 1.

obținerii unor recolte sporite. Această cerință impune găsirea unor soluții tehnologice aplicative care să servească la obținerea unor recolte competitive.

Importanța economică a culturii legumelor constă în faptul că acestea permit o folosire intensivă a terenului. Cultura legumelor asigură o mai bună valorificare a terenurilor, datorită posibilităților de efectuare, pe scară largă, a succesiunilor, atât la cultura în câmp deschis, dar mai cu seamă la cultura protejată. Se apreciază că 1 ha de legume cultivate în câmp echivalează cu 1012 ha de grâu, 1 ha de legume cultivate în solarii echivalează cu 150 ha de grâu, iar 1 ha de legume cultivate în sere echivalează cu 200 ha de grâu [5].

De la an la an, în ceea ce privește legumicultura în România, s-a înregistrat o revigorare. Institutul Național de Statistică a realizat recent un raport privind producția agricolă la principalele culturi de legume în anul 2013, prezentat în tabelul 1.

Table 1 [8]

Cultivated area and production of major crops

	Cultivated area thousand ha		Production thousand tons		Difference (±) year 2013 to year 2012	
	2012	2013	2012	2013	thousand ha	thousand tone
Vegetables ¹⁾ of which:	259	258	3535	4015	-1	+480
tomatoes	50	47	683	745	-3	+62
cabbage	49	46	988	1025	-3	+37
cucumber	12	12	159	179	-	+20
carrots	16	15	200	218	-1	+18
onion	33	33	345	380	-	+35
peppers	20	19	207	225	-1	+18
watermelons and melons	31	30	555	605	-1	+50

¹⁾ includes the cultivated area and production of vegetables grown in fields, greenhouses solariums and family gardens

According to survey results released by the National Statistics Institute, the vegetable production was higher by 13.6%, due to higher average yields per hectare, although cultivated areas have decreased slightly.

Yields were higher in cucumbers (+ 12.6%), onions (+ 10.1%), tomato (+ 9.1%), carrots (+ 9.0%), watermelons and melons (9 0%), green (+ 8.7%), cabbage (+ 3.7%) [8].

An important aspect in growing vegetables is their ecological origin, as main aspect of the origin, to know their morphological and biological characters. Knowing these characters can get a high productive potential by establishing the technological links in different culture systems. Based on the knowledge of the plants origin we can determine if a crop species or a plant variety gives good results in the climatic conditions of an area [2].

Worldwide, as a result of increased consumption of fresh vegetables, the vegetable crop yields is growing. This is achieved by using more advanced methods of cultivation, by the expansion and continuous improvement of existing culture systems, allowing mechanization and automation of production processes. [3].

MATERIAL AND METHOD

Numerous works of literature [5, 7, 8] state that vegetables are very demanding plants to water and fertilising substances, and hence more demanding as to soil tillage, aiming water retention, soil aeration and mobilization of the stock of fertilising substances.

Specific for vegetable crops are that soil preparing works are performed in spring, summer and fall, depending on the period of seeding and planting, taking into account the system and crop method, soil type and weather [6].

Potrivit rezultatelor cercetării statistice publicate de Institutul Național de Statistică, producția la legume a fost mai mare cu 13,6%, datorită creșterii producțiilor medii la hectar, deși suprafețele cultivate au avut o ușoară scădere.

Producțiile au fost mai mari la: castraveți (+12,6%), ceapă (+10,1%), tomate (+9,1%), morcovi (+9,0%), pepeni verzi și galbeni (+9,0%), ardei (+8,7%), varză (+3,7%) [8].

Un aspect deosebit de important în cultura legumelor o constituie proveniența ecologică a acestora, ca principal aspect al originii lor, pentru a cunoaște caracterelor lor morfologice și biologice. Cunoșcând aceste caractere se poate obține un potențial productiv ridicat prin stabilirea verigilor tehnologice în diferite sisteme de cultură. Pe baza cunoașterii originii plantelor se poate stabili dacă în condițiile climatice ale unei zonei de cultură o specie sau un soi de plante dă rezultate bune [2].

Pe plan mondial, ca urmare a creșterii consumului de legume proaspete, este în continuă creștere randamentul culturilor legumicole. Acest lucru se realizează prin utilizarea unor metode de cultivare tot mai performante, prin extinderea și perfecționarea continuă a sistemelor de cultură existente care permit, în măsură tot mai mare, mecanizarea și automatizarea unor procese de producție [3].

MATERIAL ȘI METODĂ

În numeroase lucrări din literatura de specialitate [5, 7, 8] se precizează că legumele sunt plante foarte pretențioase față de apă și substanțele fertilizante, de unde rezultă că sunt cu atât mai exigente față de lucrările solului, care urmăresc reținerea apei, aerisirea solului și mobilizarea rezervelor de substanțe fertilizante.

Specific pentru culturile legumicole este faptul că lucrările de pregătire a terenului se execută primăvara, vara și toamna, în funcție de epoca de semănat și plantat, ținând seama de sistemul și metoda de cultură, tipul de sol și starea vremii [6].

Current technology in Romania for growing vegetables and root bulb is made with a range of agricultural machinery for tillage (seedbed preparation and modeling soil for planting or seeding layers) and sowing.

The manufacturers of modeling and sowing equipment in our country and worldwide sought to identify optimal solutions for various equipment, that meet the vegetable agrotechnical needs, and as is possibly be as flexible as possible, so that it can be used for many types of cultures.

RESULTS

Under the conventional soil tillage, seedbed is prepared initially by the work of plowing, followed by tillage with various types of machines: harrow, roller, leveling, combines, tillage.

Terrain modeling is done in raised furrows and gullies, of various sizes depending on the technology adopted, with the width of the canopy 50 and 94 cm. This paper provides a rapid drainage of excess water, a good heating of the soil and allows early crop establishment compared with the unshaped field.

Within a research project, INMA Bucharest has made an experimental soil loosening and modeling equipment, EMS - 3 (Fig. 1) that can achieve the crust breaking, ground-layer modeling, modeling / reconstruction of the watering gutters.

For sowing are used precision seeders for small grains, mechanical or pneumatic.

In Romania the only manufacturer of vegetable seed is S.C. MECANICĂ CEAHLĂU S.A. Piatra Neamț that has achieved a pneumatic drill for vegetable seeds SPL 6 (fig. 2). This may optionally be equipped with a fertiliser.



Fig. 1 - Soil modeling equipment, EMS – 3



Fig. 2 - Pneumatic drill for vegetable seeds SPL-6

S.C.D.L. Buzau performed researches to achieve a complex unit experimental model AC-1.4 (fig. 3) to execute in a single pass the seedbed preparation, open gutters, soil modeling, fertilizer applying and sowing vegetable crops in spring, in plowing performed in fall [4].

S.C.D.L. Buzău a efectuat cercetări pentru realizarea unui model experimental de agregat complex AC-1,4 (fig. 3) care să execute dintr-o singură trecere pregătirea patului germinativ, deschiderea rigolelor, modelarea solului, administrarea îngrășămintelor starter și semănatul culturilor de legume primăvara în arătură efectuată toamna [4].



Fig. 3 – Unit model AC-1,4 [9]

Seedbed preparation section of this unit works on the principle of blade organs type, inclined at 45 degrees with oscillatory motion. The soil modeling section is composed by active bodies of arrow type and forms the gutters, the leveling and compaction of the furrow. The fertilized section, consists in a hopper with two distribution devices at the bottom part (MAT Craiova serial production), and the drilling section was realised using the devices equipped with bunkers seed distribution of multifunctional AM-9 unit conducted by MAT Craiova [4].

Worldwide, there are variants of agricultural equipment for land complex processing (seedbed preparation and modeling soil layers for sowing) for growing vegetables and root bulb.

Company OPTIGÉP Kft SRL from Hungary has manufactured soil modeling equipment BT-xB (fig. 4) that can achieve in the plowed field, depending on the model, 1, 2, 3 or 4 layers (modeled rows). The soil modeling units are mounted by clamps on the equipment frame, the rotor having blades on the entire working width. From the soil loosened by the rotor cutter, coulters form ridges, whose final shape is achieved by profiling rollers. Coulters are replaceable and can be arranged according to the distance between the rows and the number of rows you want. With the optional stations, can be carried out by a single drive the sowing of small seeds, or the installation of the drip irrigation [12].



Secția de pregătire a patului germinativ de la acest agregat funcționează pe principiul organelor active de tip lamă, înclinate la 45 grade, cu mișcare oscilatorie. Secția de modelat solul este alcătuită din organe active de tip săgeată și realizează formarea rigolelor, nivelarea brazdei și compactarea acesteia. Secția de fertilizat, alcătuită dintr-un buncăr având la partea inferioară două aparate de distribuție (fabricație de serie la MAT Craiova), iar secția de semănat a fost realizată utilizând buncărele dotate cu aparate de distribuție a semințelor ale agregatului multifuncțional AM-9, realizat de MAT Craiova [4].

Pe plan mondial există variante constructive de utilaje agricole destinate prelucrării complexe a solului (pregătirea patului germinativ și modelarea solului în straturi în vederea semănatului) pentru cultivarea legumelor bulboase și rădăcinoase.

Firma OPTIGÉP Kft SRL din Ungaria are în fabricație mașini de modelat solul BT-xB (fig. 4) ce pot realiza în terenul arat, funcție de model, 1, 2, 3 sau 4 straturi (rânduri modelate). Unitatea de modelat solul este montată prin bride pe rama mașinii, rotorul având cuțite pe toată lățimea de lucru. Din solul afânat de rotorul frezei, brăzdarele formează coamele, ale căror formă finală se realizează de către valțurile de profilare. Brăzdarele sunt schimbabile și se pot aranja conform distanței dintre rânduri și numărului de rânduri dorite. Cu secțiile opționale, în același timp cu modelarea solului, se poate efectua printr-un singur mers semănatul semințelor mici, sau instalarea tubulaturii pentru irigația prin picurare [12].



Fig. 4 - Soil modeling equipment BT-2B and BT-4T [12]

Soil modeling equipment BT-xB can achieve wide layers, double or triple (fig. 5) and depending on the type of coating are recommended for the crops:

- for flat layers: watermelon, melons, cucumbers, peppers, tomatoes, strawberries, lettuce, raspberries, blackberries;
- for double layers: carrots, celery, parsley, parsnips, potatoes;
- the triple layers: carrots and parsley.

Mașinile de modelat solul BT-xB pot realiza straturi late, duble sau triple (fig. 5) și funcție de tipul de strat sunt recomandate pentru culturile:

- pentru straturi late: lubenita, pepenii, castraveții, ardeii, roșiile, căpșunii, salata, zmeura, murele;
- pentru straturi duble: morcovii, țelina, pătrunjelul, păstârnacul, cartofii;
- pentru straturi triple: morcovii și pătrunjelul.

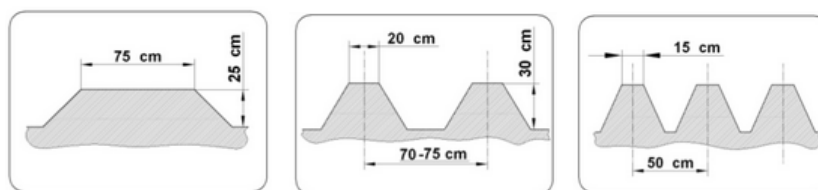


Fig. 5 - Wide layers, double and triple, made with soil modeling equipment BT-xB [12]

The sowing sections have one set of 6 disks (for carrots, lettuce, parsnips, cabbage, onions, tomatoes and other small seeds, radishes, leeks, spinach, peas and beans). They are optionally provided with a fertilizer, in which case the nitrogen is taken at the same time with the located row seeding, no more than 50 kg of ammonium nitrate per hectare.

Productivity of the modeling machines for flat layers (distance between rows of 2×75 cm) is:

- 0.3 ... 0.5 ha / h for the BT-2B;

Secțiile de semănat au câte un set de 6 discuri (pentru morcov, salată, păstârnac, varză, ceapă, tomate și alte semințe mici, ridichi, praz, spanac, mazăre și fasole). Opțional sunt prevăzute cu un fertilizator, caz în care azotul se administrează odată cu semănatul localizat pe rând, nu mai mult de 50 kg azotat de amoniu la hectar.

Productivitatea utilajelor în cazul modelării terenului în straturi late (distanța între rânduri de 2×75 cm) este:

- 0,3...0,5 ha/h pentru modelul BT-2B;

- 0.6 ... 0.9 ha / h for the BT-4B. [12]

Ridge forming machine FORMA 2 (fig. 6), produced by the Polish company UNIA performs in one pass the weed control, soil opening and ridge forming.

- 0,6...0,9 ha/h pentru modelul BT-4B. [12]

Mașina de bilonat FORMA 2 (fig. 6), produsă de firma UNIA din Polonia realizează într-o singură trecere distrugerea buruienilor, deschiderea solului și formarea biloanelor.



Fig. 6 – Ridge forming machine FORMA 2 [11]

Trapezoidal shape of the ridges made by tillage operation provides better moisture retention, the equipment allowing to achieve of a row width of 75/70 cm at a total working width of 1.5 m. Machine works in unit with low power tractors of up to 35 HP, and provides a working capacity of 0.5 ... 0.7 ha/h [13].

Grimme Company from Germany created in the culture system MAXI-Bed a ridge equipment BF 300 (fig. 7). This is for vegetable crops on large areas, it has a working width of 2.7 m and is equipped with a mechanic or hydraulic protective mechanism against stones or clods [9].

This system performs a potato and vegetable increased production per hectare by 50% due to the width of which is by 1.5 times higher. Also, due to large beds made and less compacted soil, are improved results on the soil - water balance.

Compared to conventional systems, operating costs are reduced due to faster loading of transport vehicles during harvesting, resulting a more efficient use of road traffic [9].

Forma trapezoidală a creștelor realizate după operația de prelucrare a solului asigură o mai bună reținere a umidității, mașina permițând realizarea unei lățimi a rândurilor de 75/70 cm la o lățime de lucru totală de 1,5 m. Mașina lucrează în agregat cu tractoare de putere mică de până la 35 CP și realizează o capacitate de lucru de 0,5...0,7 ha/h [13].

Firma GRIMME din Germania a realizat în cadrul sistemului de cultura MAXI-Bed un echipament de bilonat terenul BF 300 (fig. 7). Acesta este destinat culturilor de legume pe suprafețe mari, are o lățime de lucru de 2,7 m și este prevăzut cu mecanism de protecție de tip mecanic sau hidraulic împotriva bulgărilor sau pietrelor [9].

Acest sistem realizează la cultura de cartof și legume o creștere a producției la hectar cu 50 % datorită lățimii de lucru care este de 1,5 ori mai mare. De asemenea, datorită paturilor largi executate și a faptului ca există mai puțin sol preluat și tasat, sunt îmbunătățite rezultatele privind bilanțul apei în sol.

Comparativ cu sistemele convenționale, costurile de operare sunt reduse datorită încărcării mai rapide a vehiculelor de transport în timpul recoltării, rezultând o utilizare mai eficientă a traficului rutier [9].



Fig. 7 - Billon ground equipment BF 300 [9]



Fig. 8 - Billon ground equipment BF 200 [9]

The BF 200 billon equipment (fig. 8), manufactured by Grimme, is made available in two variants for different soil conditions. BF version 200 is used especially in the middle field and heavy soils, with large stones and large amount of lumps. BFL version 200 is equipped with long side trainers deployed to keep the soil in the bed set, preventing it from falling back into the furrow. This equipment works in light soils.

The two options can be combined to work in unprepared soil. The equipment make a layer width up to 1.8 m and two half-layer side.

BF 400 ridge equipment (fig. 9) makes in one pass two

Echipamentul de bilonat BF 200 (fig. 8), realizat de firma GRIMME, este realizat în două variante constructive disponibile pentru diverse condiții de sol. Varianta BF 200 este utilizată mai ales pe teren mediu și în soluri grele, cu pietre mari și cantitate mare de bulgări. Varianta BFL 200 este prevăzută cu formatori laterali lungi pentru a menține solul dislocat în patul creat, împiedicându-l să cadă înapoi în brazdă. Acest echipament lucrează în soluri ușoare.

Cele două variante se pot combina pentru a lucra în soluri nepregătite. Echipamentul realizează un strat cu lățime de până la 1,8 m și două jumătăți de strat în lateral.

Echipamentul de bilonat BF 400 (fig. 9) realizează la o

layers with widths up to 1.8 m. Works in aggregate with a tractor of at least 160 HP [9].

trecere două straturi cu lățimi de până la 1,8 m. Lucrează în agregat cu tractoare de minim 160 CP [9].



Fig. 9 - Ridge ground equipment BF 400 [12]

Ridge equipment BF 600 and BFL 600 (Fig. 10) makes in one passing three layers with widths up to 1.8 m and two half side layers. Works in aggregate with a tractor of at least 230 HP [9].

Echipamentele de bilonat BF 600 și BFL 600 (fig. 10) realizează la o trecere trei straturi cu lățimi de până la 1,8 m și două jumătăți de strat în lateral. Lucrează în agregat cu tractoare de minim 230 CP [9].



Fig. 10 - Ridge ground equipment BF 600 [12]

KENNCO company from the USA made a modeling ground equipment for small farms designed to small tractors and fields of vegetables up to five hectares (fig. 11). This equipment processes soil on one row and performs ridges with 45...120 cm width and 10 ... 15 cm height. [10]

Firma KENNCO din SUA a realizat pentru fermele de dimensiuni mici un echipament de modelat solul destinat pentru tractoare mici și câmpuri de legume de până la cinci hectare (fig. 11). Acest echipament prelucurează solul pe un singur rând și realizează creste cu lățime de 45...120 cm și înălțime de 10...15 cm. [10]



Fig. 11 – Soil modeling equipment for small farms [10]

For large growers, the company built the KENNCO soil modeling equipment in many variants, which processes multiple rows, with the possibility of working in aggregated with tractors of different power (Fig. 12).

Pentru cultivatorii mari, firma KENNCO a construit echipamente de modelat solul în mai multe variante constructive, care realizează prelucrarea pe mai multe rânduri, cu posibilitate de a lucra în agregat cu tractoare de puteri diferite (fig. 12).



Fig. 12 - Soil modeling equipment for big farms [10]



The modeling equipment realised by KENNCO for large plantations areas is equipped with special accessories that allow additional operations of the modeling in a single pass [10].

In figure 13 is presented equipment that makes application of solid fertilizers and other nutrients for plants, at the same time with the shaping of sowing layers or planting vegetables.

Echipamentele de modelat solul realizate de firma KENNCO pentru plantațiile de mari suprafețe sunt dotate cu accesorii speciale care permit realizarea de operații suplimentare celei de modelat dintr-o singură trecere [10].

În figura 13 sunt prezentate echipamente care realizează aplicarea îngrășămintelor chimice solide și alte elemente nutritive pentru plante, în același timp cu modelarea straturilor de semănat sau plantat legume.



Fig. 13 – Soil modeling equipment with management of solid chemical fertilizers and fertilization [10]



Along with the ground modeling, can be mounted strips for drip irrigation, by attaching rollers containing bands of irrigation to the modeling equipment (fig. 14).

Concomitent cu modelarea solului, se poate realiza și montarea benzilor pentru irigare prin picurare, prin atașarea la echipamentul de modelat a unor role care conțin benzile de irigare (fig. 14).



Fig. 14 – Echipament de modelat solul concomitent cu montarea benzilor pentru irigare [10]

CONCLUSIONS

The current technology for growing bulbs and root vegetables is made in Romania with a range of agricultural equipment for working the soil (soil seedbed preparation and modeling layers for planting or seeding) and sowing. Within the conventional soil tillage, seedbed is prepared by a succession of agricultural works of plowing, followed by soil treatment with different types of equipment: harrow, roller, leveling, combines, tillage.

Externally there are constructive solutions for machines that perform the soil processing, modeling and preparation for sowing in a single pass. Some equipment can run at the same time with shaping the seeding work, or planting and applying of fertilizers, herbicides, or to perform other types of work.

CONCLUZII

Tehnologia actuală de cultivare a legumelor bulboase și rădăcinoase se realizează în România cu o gamă de utilaje agricole destinate prelucrării solului (pregătirea patului germinativ și modelarea solului în straturi în vederea plantatului sau semănatului) și semănatului. În cadrul sistemului de lucrare convențională a solului, patul germinativ se pregătește printr-o succesiune de lucrări agricole de arat, urmată de prelucrarea solului cu diferite tipuri de mașini: grapă, tăvălug, nivelator, combinator, cultivator.

Pe plan extern există soluții constructive de mașini care execută dintr-o singură trecere prelucrarea solului, modelarea și pregătirea pentru semănat. Unele mașini pot să execute în același timp cu modelatul și lucrarea de semănat, sau plantat și administrarea de îngrășămintă, erbicide, sau să execute și alte tipuri de lucrări.

The results obtained in vegetable cultivation technology in sustainable system, made with complex equipment for soil modeling and seeding, demonstrate their superiority compared to the work performed in the conventional system and are focused on.

- achieving a minimum tillage system for the growth and development of root vegetables, reducing water infiltration into the soil;
- reducing energy consumption on founding vegetable crops, through the use of technical equipment in a single pass, running multiple operations which are performed individually in conventional technologies;
- protecting the land by reducing the number of passes and equipment;
- performing agricultural works at optimal agrotechnical terms and in optimal agro conditions provided by each culture technology;
- releasing labor for other specific vegetable works.

REFERENCES

- [1]. Dumitru M. (2000) - *Code of good agricultural practices*, Publisher Vox, Bucharest;
- [2]. Pescar S. (2013) - Research regarding the distribution and light energy capture on tomatoes and the influence on biology and fruit quality, PhD Thesis, USAMV Cluj Napoca ;
- [3]. Vlad C. (2013) - *Research on energy optimization of seedbed preparation at vegetable crop establishment*, PhD Thesis, TRANSILVANIA University Braşov;
- [4]. Vlad C., Căndea I., Burnichi F. (2009) - *Research regarding reduction of the energetic consumption and preservation of the agro productive potential of the soils cultivated with vegetables by using a complex aggregate*, INMATEH – Agricultural Engineering, Vol. 28, No.2, pg. 97...103;
- [5]. <http://afaceriagricole.roditor.ro/2011/03/importanta-economica-legumelor/>;
- [6]. <http://www.agricultor.ro/article/35032/Istoric-Legumicultura/2>
- [7]. www.agroinfo.ro/opinii/agricultura-ecologica/vegetal/agricultura-durabila-prezent-si-viitor, *Sustainable agriculture: present and future*, Posted in Farm Jurnal, September 2013;
- [8]. www.insse.ro/statistici/;
- [9]. <http://www.grimme.com/>;
- [10]. <http://www.kenncomfg.com/>;
- [11]. http://www.mmediu.ro/legislatie/acte_normative/gospodaria_apelor/Cod_Bune_Practici_Agricole.pdf;
- [12]. <http://www.optigep.hu/>;
- [13]. <http://www.unia.ro>.

Rezultatele obținute în cadrul tehnologiei de cultură a legumelor în sistem durabil, realizată cu echipamentele complexe de modelat și semănat solul, demonstrează superioritatea acestora comparativ cu lucrarea executată în sistemul convențional și se concretizează în:

- realizarea unui sistem de lucrări minime pentru creșterea și dezvoltarea sistemului radicular al legumelor, reducerea infiltrației apei în sol;
- reducerea consumurilor energetice la înființarea culturilor legumicole, prin utilizarea unor echipamente tehnice care, la o singură trecere, execută mai multe operații care se realizează individual în tehnologiile clasice;
- protejarea terenului prin reducerea numărului de treceri și de utilaje;
- executarea lucrărilor agricole la termenele și în condițiile agrotehnice optime prevăzute de fiecare tehnologie de cultură;
- eliberarea forței de muncă pentru alte tipuri de lucrări specifice legumiculturii.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Dumitru M. (2000) - *Cod de bune practici agricole*, Editura Vox, București;
- [2]. Pescar S. (2013) - *Cercetări privind distribuția și captarea energiei luminoase la tomate și influența asupra biologiei și calității fructelor*, Teză de doctorat, USAMV Cluj Napoca;
- [3]. Vlad C. (2013) - *Cercetări privind optimizarea energetică a procesului de pregătire a patului germinativ la înființarea culturilor de legume*, Teză de doctorat, Universitatea TRANSILVANIA din Braşov;
- [4]. Vlad C., Căndea I., Burnichi F. (2009) – *Cercetari privind reducerea consumului energetic si pastrarea potentialului agricol productive al solurilor cultivate cu legume prin folosirea unui agregat complex*, INMATEH – Agricultural Engineering, vol. 28, Nr. 2, pag. 97...103;
- [5]. <http://afaceriagricole.roditor.ro/2011/03/importanta-economica-legumelor/>;
- [6]. <http://www.agricultor.ro/article/35032/Istoric-Legumicultura/2>
- [7]. www.agroinfo.ro/opinii/agricultura-ecologica/vegetal/agricultura-durabila-prezent-si-viitor, *Agricultura durabilă: prezent și viitor*, Publicat în Revista Ferma-septembrie 2013;
- [8]. www.insse.ro/statistici/;
- [9]. <http://www.grimme.com/>;
- [10]. <http://www.kenncomfg.com/>;
- [11]. http://www.mmediu.ro/legislatie/acte_normative/gospodaria_apelor/Cod_Bune_Practici_Agricole.pdf;
- [12]. <http://www.optigep.hu/>;
- [13]. <http://www.unia.ro>.

RESEARCH REGARDING THE GEOMETRICAL CHARACTERISTICS EFFECT OF THE WELDING SEAMS ON IMPERFECTIONS THAT CAN APPEAR IN THE WELDED STRUCTURES MADE OF STEEL OL 52.4K

CERCETĂRI PRIVIND EFECTUL CARACTERISTICILOR GEOMETRICE ALE CORDOANELOR DE SUDURĂ ASUPRA IMPERECȚIUNILOR CARE APAR ÎN ÎMBINĂRILE SUDATE REALIZATE DIN OȚEL OL 52.4K

Prof. PhD. Eng. Sărăcin I.¹⁾, Lect. PhD. Eng. Pandia O.²⁾, Assoc. Prof. PhD. Eng. Bozga I.²⁾, PhD. Eng. Ganea I.³⁾

¹⁾University of Craiova / Romania; ²⁾University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Bucharest, Romania;

³⁾INMA Bucharest / Romania

E-mail: ion_saracin@yahoo.com

Abstract: OL 52.4k steel is rather often used for manufacturing metallic structures of average or high resilience, as a result of its mechanical features and good welding behaviour.

Having in view the high stress to which these structures are subject, in industrial practice is important to know the characteristics of melted material comprised in the welded joint.

In the paper we present the analysis of the hardness (HV10) measured in more directions in transverse area of the joint, in the thermal-influenced area (TIA), in the basic metal (BM) and in weld, but we also analyze the embrittlement and stub-cracking effect and the angle at static bending of welded specimens.

Keywords: steel, properties of melted material, characteristics of welded joints, hardness analysis

INTRODUCTION

The execution of the welded metallic constructions aggregates appeared on industrial scale first for road and railway bridges and then extended to maritime vessels. The damages that appeared proved the ignorance and lack of mastery of some technological aspects and also the usage of materials with inappropriate properties for the aimed purpose. The frequent fragile breaks determined the necessity of studies over the causes of damages, especially at the weld of complex metallic constructions. Among the factors that influence the life span of welded constructions there are reminded: the choice of materials and technological welding processes, chemical composition, thermal influence area etc. [6]. Growing life span for welded constructions is possible by constructive improvements and optimization of weld parameters so that metallographic structures are more homogenous in welded joint [2].

Generally, the metallic welded constructions present more deteriorations in the jointing area compared to other areas of the constructions and all of these are determined by the properties and the inhomogeneous structure in welded jointing area. For welded structures the execution temperature generates conditions for certain types of degradations by breaking. At the same time the presence of material internal micro flaws, unnoticeable at quality control, inappropriate welding are additional causes which enable the apparition of inhomogeneous metallographic structures and internal stress leading to cracks.

Rezumat: Marca de oțelul OL 52.4k este destul de des utilizată pentru realizarea unor structuri metalice de rezistență medie sau ridicată, ca urmare a caracteristicilor sale mecanice și comportării bune la sudare.

Datorită solicitărilor ridicate la care sunt supuse astfel de structuri sudate, în practica industrială este importantă cunoașterea proprietăților materialului topit din îmbinarea sudată.

În lucrare se prezintă analiza evoluției durității (HV10) măsurate în secțiunea transversală a unor îmbinări sudate cu diferite configurații geometrice, în zona influențată termic (ZIT), în metalul de bază (MB) și în sudură. Este totodată analizat și efectul de fragilizare și fisurare de tip „talon” precum și valoarea unghiului de încovoiere statică în cazul epruvetelor sudate.

Cuvinte cheie: oțel, proprietăți material topit, caracteristici îmbinări sudate, analiza duritate

INTRODUCERE

Realizarea în construcție sudată a unor repere de mari dimensiuni s-a aplicat, la scară industrială, mai întâi la podurile rutiere și feroviare, apoi tehnica de îmbinare s-a extins la vasele maritime. Avariile apărute au dovedit necunoașterea și nestăpânirea unor aspecte tehnologice, dar și folosirea unor materiale cu proprietăți necorespunzătoare pentru scopul urmărit. Ruperile fragile frecvente au impus efectuarea unor studii asupra cauzelor avariilor, îndeosebi la realizarea prin sudare a construcțiilor metalice complexe. Dintre factorii care au influențat determinantă asupra duratei de viață a unor construcții sudate se menționează: alegerea materialelor de bază și a materialelor de adaos, tehnologia de sudare, regimurile termice etc [1]. Mărirea duratei de viață a construcțiilor sudate este posibilă prin aplicarea unor măsuri constructive adaptate tipului de structură sudată și optimizarea parametrilor regimului de sudare, astfel încât să se obțină microstructuri metalografice cât mai omogene, cu caracteristici mecanice cât mai bune în îmbinarea sudată [2].

La nivelul construcțiilor metalice sudate pot apărea, în zona îmbinărilor sudate, o serie de imperfecțiuni micro sau macroscopice, care pot fi determinate atât de proprietățile mecanice scăzute și de microstructura neomogenă din zona îmbinării sudate, cât și de proiectarea defectuoasă a îmbinării sau de geometria nepotrivită a cusăturii sudate. În cazul structurilor sudate, temperatura de execuție poate genera anumite moduri de fisurare sau rupere. Totodată, prezența unor microdefecte interne ale materialului, nedepistate la controlul de calitate, istoria termică a acestuia (tratamente termomecanice), sau procesul de sudare inadecvat, sunt cauze suplimentare care pot favoriza apariția unor microstructuri metalografice neomogene și dezvoltarea unei stări de tensiuni interne ce duc la apariția de fisuri. Durata de viață a construcțiilor sudate este foarte mult influențată de evoluția proprietăților mecanice și microstructurale ale

The life span of welded constructions is very influenced by the evolution of material properties from their structure and these properties are much influenced by the structural constituents of material from the welded joint [3].

The steels for general purposes for constructions comparatively to carbon steel gained a large usage in making welded constructions of great importance because of development of semiprocessing methods (thermo-mechanical treatments, micro-alloying with elements that produce consolidation by precipitation of type V, Nb, Mo, Ti etc), having superior utilization characteristics and allowing to be exploited at mechanical stress and weak corrosive environment stress. [4].

In terms of technological exploitations of certain welded constructions, the breaks or failures by breaking are the result of an uneven metallographic structure for welded jointing or the expansion of dimensions of a flaw appeared during welding process.

The welded constructions became more and more used in the last two decades because of their economic advantages compared with other technological processes. At the same time, when designing a welded structure must be taken into account the disadvantages that arise mostly from the operation with materials in liquid state, luminous rays and gas emissions or metallic particles [5].

The life span of these metallic constructions is very much influenced by the evolution of dimensions and deformations suffered by it. Thus an important analysis that must be made refers to deformation evolution that can appear at welded metallic constructions, but also to the establishment of the main methods for avoiding the appearance of such deformations, mainly related to the properties of the melted material from the welded jointing, joint geometry design or welding regime [6,7].

MATERIALS AND METHOD

Choosing welding processes and addition material are related firstly to project provisions of the sub-assembly and to the technical conditions that the executor disposes. Generally, for heavy welded structures made from profiles, tin and other mechanical-processed elements, the manual welding with wrapped electrode has been replaced in the last decades by the MAG (metal active gas) procedure which extended considerably for welding steel. The joint formation is made from addition metal and part of the basic melted metal, resulting in a chemical composition formed by mechanical and chemical mixing of both components.

The electrical arch is a concentrated source of energy, emitted in the form of electrons on the conductive space between electrode and bath, caused by ionization. The released temperatures owed to Joule - Lentz effect reach approximately 3000°C-5000°C and the stream density is approximately 100 A/mm².

The research was made to establish the main properties of melted material from a welded joint made from steel OL 52.4k so that superior characteristic for welded joint are obtained.

The usage of this type of steel is indicated at the manufacture of resistance elements (beams, poles, sections, sleepers, consoles etc.). Making welded joints from tins 10 mm thick was taken into account in the experimental research. The welding joints technology

materialului, de nivelul tensiunilor interne, de dimensiunile admisibile ale imperfecțiunilor din microstructura acestora, iar aceste proprietăți sunt influențate foarte mult de apariția unor constituenți microstructurali în timpul sudării și răcirii îmbinării sudate [3].

Oțelurile de uz general pentru construcții, comparativ cu oțelurile carbon, au căpătat o largă utilizare în realizarea construcțiilor sudate de mare importanță, ca urmare a evoluției procedeele de semifabricare (tratamente termo-mecanice, microalierea cu elemente ce produc consolidarea prin precipitare de tip V, Nb, Mo, Ti etc), caracteristicile de utilizare ale acestora fiind superioare și permitând exploatarea la solicitări combinate, mecanice și în medii slab corozive [4].

În condițiile exploatarea tehnologică a unor construcții sudate, fisurarea sau cedarea prin rupere pot avea ca și cauză principala microstructura defectuoasă și neuniformă din îmbinarea sudată. Astfel, în timpul aplicării eforturilor din exploatare, anumite microdefecte aparute în timpul procesului de sudare, nedepistate prin metodele de examinare nedistructivă, se pot extinde și genera defecte de mari dimensiuni sau chiar cedări catastrofale.

Construcțiile sudate au început să fie din ce în ce mai mult folosite în ultimele două decenii, datorită avantajelor economice pe care acestea le au, în comparație cu alte procedee tehnologice. Totodată, la proiectarea unei structuri sudate trebuie să se țină cont și de dezavantajele ce decurg din această tehnică de îmbinare, ce decurg în principal din condițiile de lucru, cu materiale în stare lichidă, radiație luminoasă și emisii de gaze sau particule metalice [5].

Durata de viață a acestor construcții metalice sudate este foarte mult influențată de evoluția dimensiunilor microdefectelor, de distribuția tensiunilor interne și de amplitudinea deformațiilor suferite de acestea. Astfel, este foarte importantă analiza cauzelor care determină apariția deformațiilor în cadrul construcțiilor metalice sudate, dar și stabilirea principalelor metode pentru evitarea apariției acestor deformații, care sunt legate, în principal, de proiectarea geometriei îmbinării, regimul de sudare sau proprietățile materialului topit din îmbinarea sudată [6, 7]

MATERIALE ȘI METODA

Alegerea procedeele de sudare și a materialului de adaos se face având în vedere prevederile proiectului subansamblului și condițiile tehnice de execuție de care dispune executantul. În general, pentru structurile sudate cu greutate și gabarite mari, executate din profile, table și alte elemente prelucrate mecanic, procedeul de sudare manual cu electrod învelit a fost înlocuit, în ultimele decenii, de procedeul de sudare în mediu de gaz protector MAG, care s-a extins considerabil pentru sudarea oțelurilor. Formarea cusăturii se realizează prin topirea metalului de adaos și a unei părți a metalului de bază, rezultând o compoziție chimică formată prin amestecarea mecanică și chimică reciprocă a celor două materiale.

Arcul electric este o sursă concentrată de energie, bazată pe transferul de metal prin emisie de electroni în spațiul conductibil ionizat dintre electrod și baie de sudură. Temperaturile degajate, datorate efectului Joule-Lentz, se plasează în domeniul 3000- 5000K iar densitatea de curent medie este de cca 100 A/mm² [8].

Cercetările efectuate au avut în vedere stabilirea configurației geometrice corecte a cusăturii dintr-o îmbinare sudată, realizată din oțelul OL 52.4k, astfel încât să se obțină caracteristici mecanice și microstructurale superioare.

Folosirea acestei marci de oțel este indicată la fabricarea elementelor de rezistență (grinzi, stâlpi, tronsoane, traverse, console, etc.). În cadrul cercetărilor experimentale s-au realizat îmbinări sudate din table cu grosimea de 10 mm. Tehnologia de realizare a îmbinărilor

from steel OL 52.4k recommends that until the thickness becomes 10 mm the basic material should not be overheated, because the linear welding energy makes an overheat that is sufficient to the operations. The mechanical characteristics were established to obtain the desired results in the research and they are presented in Table 1 and the chemical composition is presented in Table 2.

sudate din otelul OL 52.4k recomandă ca, până la grosime de 10 mm să nu se preîncălzească materialul de baza, deoarece energia liniară eliberată în timpul operației de sudare realizează o încălzire suficientă pentru asigurarea unei topiri patrunse a acestuia.

S-a pornit de la analiza caracteristicilor mecanice și de compoziție chimică, pentru a se putea obține rezultatele dorite (prezentate în Tabelul 1 și în Tabelul 2).

Table 1

Mechanical characteristics of steel OL 52.4k

R_m [MPa]	R_{02} [MPa]	z [%]	$A /$ [%]	K_{CV} [20°C / J]	K_{CV} [0°C / J]	K_{CV} [-20°C / J]
568	402	23	31	79	64	52

Table 2

Chemical composition of steel OL52.4k / wt. [%]

C	Mn	Si	S	P	Al
0.217	1.6583	0.053	0.025	0.021	0.011

RESULTS

In order to analyze the base material stability, the equivalent carbon C_e is calculated, which value is then compared to limit value assuring appropriate conditions to a welded microstructure, according to relation 1.

REZULTATE

Pentru analiza sudabilității materialului de baza se calculează carbonul echivalent C_e , a cărui valoare se compară apoi cu valoarea limită ce asigură condiții corespunzătoare de formare a unei microstructuri sudate, conform relației 1:

$$C_e = C \cdot Y + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{2} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} \quad (1)$$

In this relation the last four terms can be excluded because in steel for low-alloyed construction for welded structures from which steel OL 52.4k takes part and that do not contain nickel, chrome, molybdenum and vanadium where Y is the thickness of the tin (as a basic material, being represented in mm).

The preliminary information about melted metal properties in joint area can be obtained by measuring hardness (HV_{10}) along some directions, according to, SR EN 1043-1:1995, SR EN ISO 6507-1:2006.

The maximum hardness (H_M) in the thermal-influenced area (TIA) must be under 350 units (HV_{10}). The calculus of maximum allowed hardness is made with the empirically determined relation 2.

În această relație ultimii patru termeni se pot exclude având în vedere faptul că, în oțelurile de construcții slab aliate pentru structuri sudate din care face parte și otelul OL 52.4k, nu sunt prezente, în cantități semnificative, elemente precum nichel, crom, molibden și vanadiu, iar Y reprezintă grosimea materialului de bază, în mm.

Informațiile preliminare asupra efectelor de durificare a metalului topit, a zonei de influență termică sau a metalului de baza, se pot obține prin măsurarea durtății (HV_{10}) în secțiunea transversală a cusăturii, de-a lungul unor direcții precizate, conform SR EN 1043-1:1995, SR EN ISO 6507-1:2006.

Duritatea maximă (H_M) în zona influențată termic (ZIT) trebuie să se încadreze sub valoarea 350 HV_{10} . Calculul durtății maxime admise, se face cu relația empirică (2):

$$H_M = 660 \cdot C_e + 40 \quad (2)$$

When the parenthesis from relation 2 represents the equivalent carbon, the restrained relation 3 results by replacement.

În condițiile în care, paranteza din relația 2 reprezintă carbonul echivalent, prin înlocuire rezultă relația restrânsă sub forma din relația 3.

$$H_M = 660 \cdot C_e + 40 \quad (3)$$

The tendency of cracking because of the thermal influence and accumulated gases in addition material (AM) is correlated with the relation 4.

Tendința de fisurare datorată influenței termice și a gazelor acumulate în materialul de adaos (MA), este corelată cu relația 4.

$$H_M \leq 350(HV_{10}) \quad (4)$$

where: HV_{10} – the hardness in thermal-influenced area.

The qualities requested to the joint for reducing the risk of embrittlement are different from those of basic metal (BM) because it does not contain always flaws capable to become crack primers, as in the case of addition material (AM) at solidification because of the diffusion, precipitation and cooling phenomena which are hard control in the whole cord mass.

unde: HV_{10} - duritatea în zona influențată termic.

Calitățile cerute cusăturii, pentru reducerea riscului fragilizării, sunt diferite de cele ale metalului de bază (MB) deoarece, acesta nu conține totdeauna defecte capabile să devină amorse de fisuri, așa cum se întâmplă în materialul de adaos (MA) la solidificare, datorită fenomenelor de difuzie, precipitare și răcire greu de controlat în toată masa cordonului.

The attempts made for determining the weld, TIA, basic or additional material qualities specific to each area but also the delimitation of these areas for the constructions of specimens necessary to attempts is sometimes difficult but they are suited to statistic interpretations.

The most dangerous phenomenon owed to technological factors appeared in TIA at welding laminated pieces (weld made transverse on the laminated fiber) with a thickness larger than 25 - 30 mm is the lamellar crack and hydrogen accumulation [9]. This is owed to the tensions appeared in the direction of the piece thickness between layers, because of the local chemical inhomogeneity between BM and AM and also to the uneven tensions that lead to step cracking.

The lamellar cracking (unraveling) is very dangerous for the whole construction because the cracks do not reach the surface, being primers for later fragile breaking. The inclusions from the structure are made from various impurities agglomerations such as silicates, manganese sulfides, oxides that group in ferrite-pearlite structure accentuated by lamination.

Calming by deoxidation with silicon and aluminium for obtaining high quality steel OL 52.4k assures the minimum breaking energy that has the value of 27 J at -30°C and lowers the tendency of lamellar cracking, being obtained at specimens trials with V notch. However, in case of high strength weldings, there are not recommended solutions where transversal stress on the laminated layers take place. In these cases, there is recommended the constructive re-projection of welding joint, by modifying the joints geometry on the board with a bigger tendency of cracking (Fig. 1)

In fig 1a are presented big joints having a large penetration while in Figure 1b and Figure 1c other geometries of joint are presented together with welding technique by several passings for avoiding tendency of lamellar.

Încercările pentru determinarea calităților sudurii, ZIT-ului, materialului de bază sau de adaos specifice fiecărei zone dar și delimitarea acestor zone pentru construirea de epruvete necesare încercărilor, este uneori anevoioasă dar se pretează la interpretări statistice.

Cele mai periculoase fenomene datorate factorilor tehnologici, care determina apariția fisurilor în ZIT la sudarea pieselor laminate (sudură realizată transversal pe fibra laminată) cu grosime mai mare de 25-30 mm, sunt fisurarea prin destramare lamelară și acumularea de hidrogen [9]. Fisurarea se datorează tensiunilor apărute pe direcția grosimii piesei între straturile de ferită și perlita aplatizate de procesul de laminare, datorită neomogenității chimice locale între MB și MA, precum și tensiunilor neuniforme care duc la fisurarea în trepte. Acumularea de hidrogen determina fisurarea la rece, în condițiile unor tensiuni interne mari la răcirea rapidă [9].

Fisurarea lamelară (destrămarea) este deosebit de periculoasă pentru întreaga construcție, deoarece fisurile nu ajung la suprafață și sunt greu de depistat prin metode uzuale, acestea constituind amorse pentru ruperea fragilă ulterioară. Incluziunile din microstructură sunt alcătuite din diverse aglomerări de impurități precum; silicați, sulfuri de mangan, oxizi care se grupează în microstructura ferito-perlitică aplatizată de laminare.

Dezoxidarea cu siliciu și aluminiu aplicată la elaborare pentru obținerea în oțelul OL 52.4k a unor caracteristici de exploatare bune, micșorează tendința de fisurare lamelară și asigură valori ale energiei de rupere minime de 27 J la temperatura de -30°C , măsurată cu încercarea de rupere prin soc utilizând epruvete cu creștătură în V. Cu toate acestea, la sudurile de rezistență ridicată, nu se recomandă soluții tehnologice de îmbinare în care se produc solicitări transversale pe straturile microstructurale laminate. În aceste cazuri, este recomandată reproiectarea constructivă a îmbinării sudate, prin modificarea geometriei rosturilor pe placa cu tendință mai mare (fig. 1).

În Fig.1a, se prezintă un rost cu deschidere mare și patrundere adâncă, în timp ce în Figura 1 b și în Figura 1 c se reprezintă alte geometrii ale rostului, cumulate cu tehnica de sudare în mai multe treceri, pentru evitarea apariției fisurării lamelare.

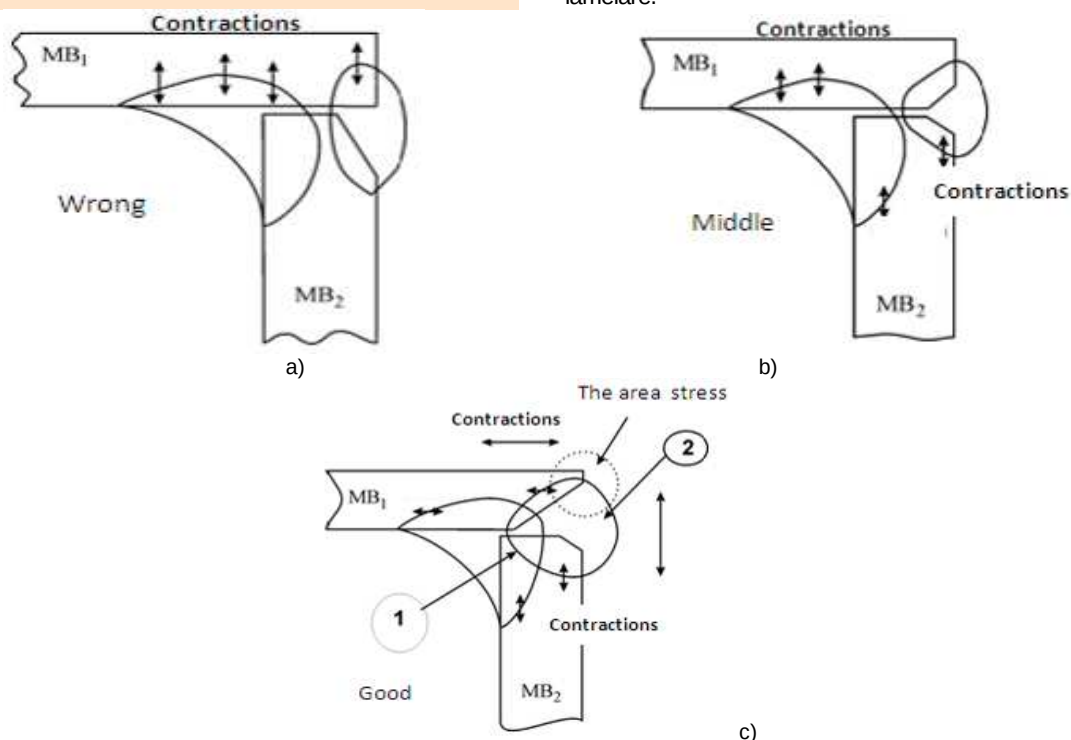


Fig. 1 - Solutions for removing the lamellar unraveling at corner welding

Changing the way of preparation of joint and its size, starting from the solution from Figure 1a leads to changing contraction effects of the additional material as contraction direction. Instead some perpendicular contractions on lamination direction (Figure 1a) contractions parallel to lamination direction appear, (Figure 1c).

The basic material MB₁ must not take efforts on transversal direction where there are perpendicular contractions on lamination direction (Figure 1c). In case of unilateral corner welding with short lengths in pilgrim step made on one side and then on the opposite side as in Figure 2, for one single pass the stub-cracking that can be avoided by pre-heating the pieces and increasing the number of passes simultaneously with lowering the length between cords compared with the length of the cord ($L_n < L_s$) for $L_s < 40$ mm when the thickness of basic materials is $g_{MB1} \cong g_{MB2} \cong 6$ mm.

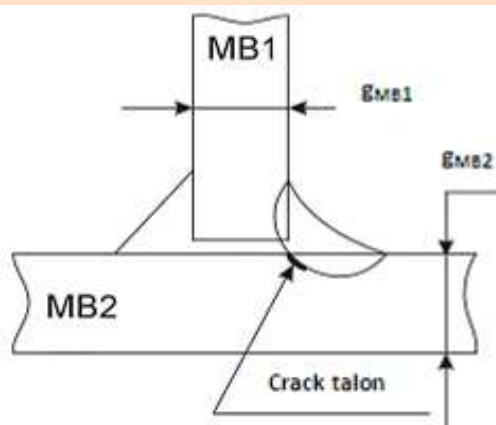


Fig. 2 - The embrittlement and stub-cracking effect

Besides the maximum hardness in the thermal-influenced area, other correlations for a metallurgical behavior at weld have in view the equivalent carbon and the angle obtained at static bending which values are:

$$C_{\max} = 0,2 - 0,22 \% \quad (5)$$

$$\alpha \geq 20^\circ \quad (6)$$

where: α - the angle of static bending of the specimens under constant force, until fragile breaking

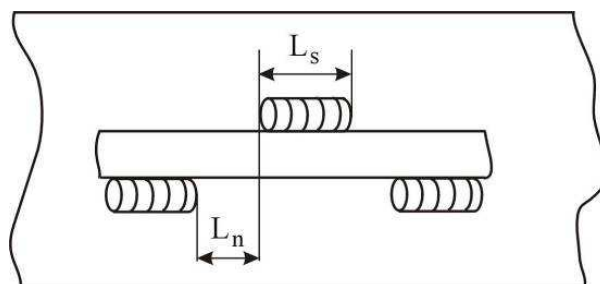
The bending angle correlated with the maximum hardness in TIA and with carbon content of $C \leq 0,25 \%$ where the content of S and P in the steel is low are the information that warn that there is no danger of fragile cracking.

The size of the grain is also important and it influences positively the flow limit and the beginning of plastic deformation. The steels with a good plasticity support overloads without deterioration which is important for the life span of the welded aggregate, also having a fine structure of grains.

By the successive submission of layers is also made the microstructure regeneration because when melting a layer the one submitted before heats over the transformation point A_{c3} , resulting a mainly perlitical finer eased structure for the steel OL 52.4k after air cooling.

Modificarea geometriei rostului, de la solutia necorespunzatoare din Figura 1a, catre solutia buna din fig. 1c, conduce la modificarea directiei de dezvoltare a tensiunilor interne si de aparitie a contractiei la solidificare in materialul de adaos si in materialul de baza. Prin aceste modificari geometrice, in locul unor contractii perpendiculare pe directia de laminare (Figura 1 a), se ajunge la contractii paralele cu directia de laminare (Figura 1 c).

Acolo unde sunt și contractii perpendiculare pe directia de laminare (Figura 1 c), materialul de bază MB₁ nu trebuie să preia eforturi pe directia transversală. În cazul sudurilor de colț unilaterale, cu lungimi mici, se poate executa sudarea în pas de pelerin pe o parte, apoi pe partea opusă, ca în Figura 2. În cazul în care se realizeaza sudarea dintr-o singură trecere apare fisura de tip "talon" care se poate evita prin preîncălzirea pieselor și mărirea numărul de treceri, concomitent cu micșorarea distanței între coordoane. Distanța între coordeanele sudate $L_n < L_s$, pentru o lungime a sudurii $L_s < 40$ mm, dacă grosimile materialelor de bază sunt: $g_{MB1} \cong g_{MB2} \cong 6$ mm



În afara durității maxime în zona de influență termică, alte corelații pentru o comportare metalurgică la sudare au în vedere, carbonul echivalent și unghiul obținut la încovoierea statică ale căror valori sunt:

unde:

α - unghiul de încovoiere statică a epruvetei sub forță constantă, până la rupere fragilă.

Unghiul de încovoiere, corelat cu duritatea maximă în ZIT și cu conținut de carbon $C \leq 0,25 \%$ acolo unde conținutul de S și P în oțel este scăzut, sunt informațiile care avertizează că nu este pericol de fisurare fragilă.

Importantă este și mărimea grăunțului care, influențează pozitiv limita de curgere și începutul deformării plastice. Oțelurile cu o bună plasticitate, suportă suprasarcini fără deteriorare ceea ce este important pentru durata de viață a ansamblului sudat, ele având și o structură fină a grăunților.

De asemenea prin depunerea succesivă a straturilor se realizează și regenerarea microstructurii întrucât, la topirea unui strat are loc încălzirea celui depus anterior peste punctul de transformare A_{c3} , rezultând astfel la oțelul OL 52.4k după răcirea în aer, o structură preponderent perlitică, mai fină,

The only layers that remain unregenerate are those that deposit the last. Preparing the joint has in view the equilibration of the contraction tensions and the avoidance of deformation in assembly area.

CONCLUSIONS

The research made in the paper has demonstrated the following:

- technological and constructive factors influence directly the sub-aggregates characteristics made by welding. The deviations from the quality norms increase the negative influence in all the phases of technological process.
- respecting the technology in all the phases of the process by controls in the imposed stationary points makes better the characteristics of the welded joints.
- the quality deviations and the unevenness in transverse sections due to welding process have negative effects over the metallic constructions by appearing degradations in welding area.
- the hardness analysis of melted material and also the study of embrittlement and stub-cracking effect and the analysis of static bending angle under constant load offer very important information over the quality of welded joints and their behavior when exploiting them.

REFERENCES

- [1]. American Welding Society (2005) - Safety in *Welding Cutting, and Allied Processes*, ANSI Z49.1 - An American national Standard, Section E5.4, pg. 12;
- [2]. Babis, C. et al., - *Metalurgy*, 53 (2014) 2, 251-253,
- [3]. Bayraktar, E. et al., *Journal of Materials Processing Technology* 145 (2004) 1, 27-39
- [4]. Chang, B. et al., *Journal of Materials Processing Technology* 108 (2001) 3, 307-313
- [5]. Chivu, O. - *Metalurgija*, 52 (2013) 4, 465-468.
- [6]. Dobrotă, D. (2014) - *Metalurgy*, vol. 53 (2), pg. 179-182;
- [7]. Henning, L. et al., EPA contract no, 68-Do-123, Midwest Research Institute, Kansas City, (1994),

detensionată. Singurele straturi care rămân neregenerate, sunt cele care se depun ultimele. Pregătirea rostului are în vedere echilibrarea tensiunilor de contracție și evitarea deformării în zona asamblării.

CONCLUZII

Cercetările efectuate în lucrare au demonstrat următoarele:

- factorii tehnologici și cei constructivi au influență directă asupra caracteristicilor subansamblelor realizate prin sudură. Abaterile de la normele de calitate măresc influența negativă în toate fazele procesului tehnologic.
- respectarea tehnologiei în toate etapele procesului, cu efectuarea de controale în punctele de staționare impuse, îmbunătățește caracteristicile îmbinărilor sudate.
- abaterile calitative și neuniformitățile din secțiunile transversale, datorate procesului de sudare au efecte negative asupra construcției metalice, prin apariția degradărilor în zona sudurii.
- analiza de duritate a materialului topit, dar și studiul efectului de fragilizare și fisurare de tip "talon" precum și analiza unghiului de încovoiere static sub încărcare constantă ne oferă informații foarte importante asupra calității îmbinărilor sudate și a modului de comportare a acestora în exploatare.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Societatea Americană de Sudură (2005) – Securitate de tăiere prin sudură și procesele înrudite, ANSI Z49.1 – Secțiunea Standarde Naționale Americane, E5.4, p. 12;
- [2]. Babis, C. et al., - *Metalurgia*, 53 (2014) 2, 251-253,
- [3]. Bayraktar, E. et al., *Revista de tehnologie de procesare a materialelor* 145 (2004) 1, 27-39
- [4]. Chang, B. et al., *Revista de tehnologie de procesare a materialelor* 108 (2001) 3, 307-313
- [5]. Chivu, O. - *Metalurgia*, 52 (2013) 4, 465-468.
- [6]. Dobrotă, D. (2014) - *Metalurgia*, vol. 53 (2), pp. 179-182;
- [7]. Henning, L. și colab., - EPA contract nr, 68-Do-123, Midwest Research Institute, Kansas City, (1994),

SECTION 4

YOUNG PEOPLE

CHARACTERISTICS OF MEDICINAL PLANTS FRAGMENTS AIMED TO SORT THEM

CARACTERISTICILE FRAGMENTELOR VEGETALE DIN PLANTE MEDICINALE ÎN VEDEREA SORTĂRII LOR

Ph.D. Stud. Biol. Pruteanu A.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. David L.²⁾, Ph.D. Stud. Eng. Muscalu A.¹⁾, Ress.Assist. Dr. Selvi K.Ç.³⁾

¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ³⁾Ondokuz Mayıs University / Turkey

¹⁾INMA Bucharest / Romania

Tel: 0740690268; E-mail: pruteanu_augustina@yahoo.com

Abstract: Knowing the main physical and dimensional characteristics of the mixture of fragments of medicinal plants is important for choosing the appropriate technologies of primary and advanced processing, that involves the corresponding adjustment of the working bodies and choosing the optimal working regimes of the machine as a whole, in order to obtain of some quality phytotherapeutic products. The paper presents the results of some experimental researches regarding the physical and dimensional characteristics of some chopped fragments of medicinal plants, in order to their sorting.

Keywords: medicinal plants, physical and dimensional characteristics, sorting, vegetal fragments

INTRODUCTION

Over the time, the medicinal plants have been considered as the most common instruments of the natural medicine discovered by humans and used for „solving some health problems” [7].

Their efficiency, sometimes and under certain conditions, is demonstrated by their endurance and by the popular remedies over the time, as well as by the fact that the modern human increasingly appeals to them, considering them an efficient alternative, friendly and less harmful than synthetic medicinal products for the metabolism of the whole body [1].

This paper describes morphological and biological particularities of four species of medicinal plants, as well as the phytotherapeutical action of the preparations obtained from them.

Melissa officinalis L. (melisa) is a perennial plant with specific odor, stems about 30-80 cm high, with horizontal rhizome, leaves ovate, serrated, with the smell of citronella, inflorescences with small flowers, white or yellowish, grouped in axillary verticils; the fruits are tetrachenes elongated ovoids, smooths, of chestnut color.

Its extracts have a calming antimicrobial, antihistaminic action, antimicrobial, of blood pressure reduction [10].

Achillea millefolium L. (the yarrow) is a perennial plant with oblique or horizontal rhizome; the stalk erect or ascending, ribbed, moderately hairy, simple or branched at the top, foiled; green leaves, 2-3 times pinnate divided, glabrous or slightly hairy, 1-4 cm wide; flowers 3-5 mm long white, rarely rose; the fruits are achenes 1.5-2 mm long.

The plant has anti-inflammatory, antiseptic, antibacterial and antifungal, antispasmodic, stimulant of the exocrine gland secretions, anti-hepatotoxic, diuretic, hypotensive, haemostatic, healing, repellent [10].

Rosmarinus officinalis L. (rosemary) is a strong smelling undergrowth, of height of 60-150 cm, with: linear leaves, sessile, coriaceous, persistent, glabrous and glossy on the upper side, covered with soft hairs, fluffy on the underside; pale blue flowers, rarely white, short pedunculated, disposed in inflorescence in form of ear; the fruits on the type of achenes smooth and brown.

Rezumat: Cunoașterea principalelor caracteristici fizice și dimensionale ale amestecului de fragmente din plante medicinale este importantă pentru alegerea tehnologiilor adecvate de prelucrare primară și avansată a acestora, ce implică reglarea corespunzătoare a organelor de lucru și alegerea regimurilor optime de lucru ale mașinii în ansamblu, în vederea obținerii unor produse fitoterapeutice de calitate. În lucrare sunt prezentate rezultatele unor cercetări experimentale privind caracteristicile fizice și dimensionale ale unor fragmente tocate de plante medicinale, în vederea sortării lor.

Cuvinte cheie: caracteristici fizice și dimensionale, fragmente vegetale, plante medicinale, sortare.

INTRODUCERE

De-a lungul timpului, plantele medicinale au fost considerate ca fiind cele mai răspândite instrumente ale medicinei naturale, descoperite de om și utilizate pentru „rezolvarea unor probleme de sănătate” [7].

Eficiența lor, uneori și în anumite condiții, este demonstrată prin dăinuirea lor și a remediilor populare, de-a lungul timpului, precum și prin faptul că tot mai mult omul modern apelează la ele, considerându-le o alternativă eficientă, prietenoasă și mai puțin nocivă decât medicamentele de sinteză pentru metabolismul întregului organism [1].

În lucrare sunt descrise particularitățile morfologice și biologice a patru specii de plante medicinale, precum și acțiunea fitoterapeutică a preparatelor obținute din acestea.

Melissa officinalis L. (melisa) este o plantă perenă, cu miros specific, tulpini înalte de circa 30-80 cm, cu rizom orizontal, frunze ovate, crenate, cu miros de lămâiță, inflorescențe cu flori mici, albe sau gălbui, grupate în verticile axilare; fructele sunt tetrachene alungit ovoide, netede, de culoare castanie.

Extractele sale au acțiune calmantă, antimicrobiană, antihistaminică și de reducere a presiunii sangvin [10].

Achillea millefolium L. (coada șoricelului) este o plantă perenă, cu rizom oblic sau orizontal; tulpina erectă sau ascendentă, striată, moderat păroasă, simplă sau ramificată în partea superioară, foliată; frunzele verzi, de 2-3 ori penat divizate, glabre sau slab păroase, late de 1-4 cm; florile lungi de 3-5 mm albe, rar roze; fructele sunt achene de 1,5-2 mm lungime.

Planta are acțiune antiinflamatoare, antiseptică, antibacteriană și antifungică, antispasmodică, stimulentă a secrețiilor glandelor exocrine, antihepatotoxică, diuretică, hipotensivă, hemostatică, cicatrizantă, insectifugă [10].

Rosmarinus officinalis L. (rozmarin) este un subarbust puternic mirositor, de 60-150 cm înălțime, cu: frunze liniare, sesile, coriacee, persistente, glabre și lucioase pe fața superioară, tomentoase pe fața inferioară; flori albastrii palide, rar albe, scurt pedicelate, dispuse în inflorescență spiciformă; fructele de tipul unor achene netede și cafenii.

It has a therapeutic action: antimicrobial and antiviral, antispasmodic, stimulating the cerebral circulation and of the microcirculation, coleretical, liver protective, diuretical, anticonvulsant, antitumoral etc.[10]

Salix alba L. (acacia) is a tree with the strain up to 20 m tall and wide crown characterized by: the leaves are simple, alternated, lanceolate, gradually narrowed to the tip, on the edges; the flowers are unisexual, dioecious distributed; the fruits are of capsule type and the seeds are covered with long bristles.

The extracts obtained from the bark of this plant have febrifuge properties, anti-inflammatories, antiseptics, antispasmodics, diuretics, hemostatics, sedatives and tonics, due to the presence of salicin and populin glycosides, as well as of the tannins [10].

Among the physical properties of the vegetal material derived from medicinal plants most important are: the humidity, density, porosity, hygroscopicity and the flowing, appreciated through the natural slope angle [8].

Dimensional analysis is the analysis of the size and size distribution of the fragments resulting from the process of shredding of a plant material. With this analysis may be determined the following characteristics:

- minimum and maximum dimensions of the vegetal material;
- percentage of fragments whose sizes or exceeds, or are below a certain value;
- distribution by sizes of the vegetal material fragments [6, 8].

In this paper was aimed to determine some physical characteristics and the dimensional analysis of some vegetal fragments crumbled in order to their sorting.

MATERIAL AND METHODE

The methodology for determining the physical properties of vegetal fragments used in this paper corresponds to the standard method, being presented in detail in the papers [4, 8]. The moisture was removed with the desiccator cabinet by drying at 105°C; the density was determined as the ratio between the mass of the sample and the volume occupied by its fragments; the porosity was obtained by mathematical calculation knowing the values of density and of the density of fragments; the angle of slope was determined by the method of the cone of material.

The separation after the geometric dimensions is a frequently method used in processing of agricultural and food products being performed using sieves [2, 5, 6, 8].

The vegetal material obtained by shredding, figure 1, contains fragments whose sizes are situated in a wide enough range. For estimating the proportion of the fractions formed from fragments with sizes in a fixed range (according to certain requirements – useful in the case of the separation equipment with sieves), as well as for estimating the values of the sizes entering within the mathematical models for calculating the energy needed for the operation of shredding, it is useful to know the most suitable particle size distribution law for the shredded product.



Melissa



Yarrow



Rosemary



Willow bark

Fig. 1 – Chopped medicinal plants

Choosing the type of woven (textile or metallic) as well as the fabric mesh dimensions for the sieves located inside the compartments of flat sieve is made depending

Acțiunea terapeutică: antimicrobiană și antivirală, antispastică, stimulator a circulației cerebrale și a microcirculației, coleretică, protectoare hepatică, diuretică, anticonvulsivantă, antitumorală etc.[10]

Salix alba L. (salcâm) este un arbore, cu tulpina până la 20 m înălțime și coroana largă caracterizat prin: frunzele simple, alterne, lanceolate, îngustate treptat spre vârf, pe margini mărunț, glandulos serate; florile unisexuate, repartizate dioic; fructele de tip capsulă; semințele acoperite cu peri lungi.

Extractele obținute din scoarța acestei plante au proprietăți febrifuge, antiinflamatorii, antiseptice, antispasmodice, diuretice, hemostatice, sedative și tonice, datorită prezenței glicozizilor salicină și populină, precum și a taninurilor [10].

Dintre proprietățile fizice ale materialului vegetal provenit din plante medicinale mai importante sunt: umiditatea, densitatea, porozitatea, higroscopicitatea și curgerea, apreciată prin unghiul de taluz natural [8].

Analiza dimensională reprezintă analiza mărimii și a distribuției după mărime a fragmentelor rezultate în urma procesului de mărunțire a unui material vegetal. Cu ajutorul acestei analize se pot determina următoarele caracteristici:

- dimensiunile minime și maxime ale materialului vegetal;
- procentul fragmentelor ale căror dimensiuni, fie depășesc, fie sunt sub o anumită valoare;
- distribuția după dimensiuni a fragmentelor materialului vegetal.[6, 8]

În această lucrare s-au urmărit determinarea unor caracteristici fizice și analiza dimensională ale unor fragmente vegetale mărunțite în vederea sortării lor.

MATERIAL ȘI METODĂ

Metodologia de determinare a proprietăților fizice ale fragmentelor vegetale utilizate în lucrarea de față corespunde metodei standard, fiind prezentată în detaliu în lucrările [4, 8]. Umiditatea a fost determinată cu ajutorul etuvei, prin uscare la 105°C; densitatea a fost determinată ca fiind raportul dintre masa probei și volumul ocupat de fragmentele acesteia; porozitatea s-a obținut prin calcul matematic prin cunoașterea valorilor masei volumice și a densității fragmentelor; unghiul de taluz a fost determinat prin metoda conului de material.

Separarea după dimensiunile geometrice este o metodă frecvent folosită, în procesarea produselor agro-alimentare, fiind realizată cu ajutorul sitelor [2, 5, 6, 8].

Materialul vegetal obținut prin mărunțire, figura 1, conține fragmente ale căror dimensiuni sunt situate într-un domeniu destul de larg. Pentru estimarea ponderii fracțiilor formate din fragmente cu dimensiuni într-un domeniu fixat (conform anumitor cerințe – utile în cazul utilajelor de separare cu site), cât și pentru estimarea valorilor mărimilor care intră în modelele matematice de calcul a energiei necesare operației de mărunțire, este utilă cunoașterea celei mai adecvate legi a distribuției granulometrice pentru produsul mărunțit.

Alegerea tipului de țesătură (textilă sau metalică) precum și a dimensiunilor ochiurilor țesăturii pentru sitele aflate în interiorul compartimentelor de sită plană se face

on the dimensional characteristics of the fragments which end up on the sieving surfaces.[9]

Also, even a certain fraction obtained from a set of sifting sieves, into the plane sieve compartment occurs a different granulometric distribution with particle sizes between the sieve mesh sizes through which were sieved and those of the sieve that has refused them (on which have remained unseparated).[3]

The determination of the distribution by sizes is usually done with special sorters provided with overlapped sieves. The selection of the sieves is made from top to bottom, depending on the particles size of the mixture to be analyzed, so that on the upper sieve s to remain a percentage of material of about 5-10%. The following sieves are selected from the range of sieves of the sorter, so that the dimensions of their orifices to be into a geometric progression with the ratio $\sqrt{2}$.[8]

The granulometric distribution assessment is performed based on cumulative weightings of the fractions passing through the sorter sieve openings or which are rejected by them.

The mathematical expression of the distribution by size of the particles of a mixture is based on distribution laws taken from the mathematical statistics.[3]

For the allotment by fractions of sizes of the vegetal fragments crumbled medicinal plants was used a sorter with sieves. The sieves with apertures of different sizes, were mounted one above the other, in the increasing order of the size of apertures, namely: collector - 1.6 mm; 2.36 mm; 3.15 mm; 4 mm and 5 mm. the sample of medicinal vegetal material analyzed had 120 g for each type of medicinal plant chopped with the medicinal plants cutting machine adjusted to 4 mm cutting length. The vegetal material resulting from the chopping was sieved at the amplitude of 50 mm for 5 minutes, then the sieves with material were weighed with the analytical balance. On each sieve was found a quantity of medicinal vegetal material which represented the totality of the fragments with dimensions smaller than those of the apertures of the considered upper sieve, and larger than those of the considered sieve through which has passed.

RESULTS

The medicinal vegetal mixtures are non-homogeneous mixtures composed of fragments of dried herbs and chopped at different dimensions. In the case of several types of medicinal plants, were determined some physical properties, the data obtained being presented in the Table 1.

Physico-mechanical properties of the medicinal plants fragments

Material	Moisture [%]	Density [kg/m ³]	Porosity [%]	Slope angle [°]
Yarrow	9.02	74.2	83.1	23.23
Rosemary	6.52	158	88.3	18.72
Melissa	7.54	51.5	87.5	21.16
Willow (bark)	5.75	75.3	79.7	21.43

Measurements were performed under conditions of high air humidity, and the herba and peel was chopped to a size of 4 mm.

The distribution by fractions of size of the dimensions weights from the mixture of medicinal fragments of melissa, yarrow, rosemary and willow bark are represented by histograms in the Figure 2. Thus it can be seen which is the fraction with the largest share, and the area of each rectangle represents the vegetal fragments share.

The histograms are useful in order to identify the maximum and minimum dimensions of the vegetal medicinal mixture, but at the choice of sieves openings in the process of sorting of medicinal plants.

în funcție de caracteristicile dimensionale ale fragmentelor ce ajung pe suprafețele de cernere [9].

De asemenea, chiar o anumită fracție obținută la un pachet de site de cernere, în compartimentul de sită plană prezintă o distribuție granulometrică diferită cu dimensiuni ale particulelor între dimensiunile ochiurilor sitei prin care au fost cernute și cele ale sitei care le-a refuzat (pe care au rămas neseperate) [3].

Determinarea distribuției după dimensiuni se realizează, de obicei, cu clasificatoare speciale prevăzute cu site suprapuse. Alegerea sitelor făcându-se, de sus în jos, în funcție de mărimea particulelor amestecului de analizat, astfel încât pe sita de sus să rămână un procent de material de circa 5 – 10 %. Următoarele site se aleg din gama de site a clasificatorului, încât dimensiunile orificiilor lor să fie într-o progresie geometrică cu rația $\sqrt{2}$.[8]

Apresiasi distribuției granulometrice a amestecului analizat se efectuează pe baza ponderilor cumulative ale fracțiilor care trec prin orificiile sitelor clasificatorului sau care sunt refuzate de acestea.

Exprimarea matematică a distribuției după dimensiuni a particulelor unui amestec are la bază legi de distribuție preluate din statistica matematică [3].

Pentru repartizarea pe fracții de dimensiuni a fragmentelor vegetale medicinale mărunțite s-a folosit un clasor cu site. Sitele cu orificii pătrate de dimensiuni diferite, s-au montat una sub cealaltă, în ordinea crescătoare a dimensiunii orificiilor, și anume: colector, 1,6 mm; 2,36 mm; 3,15 mm; 4 mm, 5 mm. Proba de material vegetal medicinal analizată a fost de 120 g pentru fiecare tip de plantă medicinală tocată cu mașina de tăiat plante medicinale reglată la lungimea de tăiere de 4 mm. Materialul vegetal rezultat de la tocare s-a cernut la amplitudinea de 50 mm, timp de 5 minute, apoi sitele cu material au fost cântărite cu balanța analitică. Pe fiecare sită s-a găsit câte o cantitate de material vegetal medicinal ce a reprezentat totalitatea fragmentelor cu dimensiuni mai mici decât cele ale orificiilor sitei superioare celei considerate, și mai mari decât ale sitei considerate prin care a trecut.

REZULTATE

Amestecurile vegetale medicinale sunt amestecuri neomogene formate din fragmente de plante medicinale uscate și tocate la dimensiuni diferite. În cazul mai multor tipuri de plante medicinale, au fost determinate unele proprietăți fizice, datele obținute fiind prezentate în tabelul 1.

Table 1

Physico-mechanical properties of the medicinal plants fragments

Material	Moisture [%]	Density [kg/m ³]	Porosity [%]	Slope angle [°]
Yarrow	9.02	74.2	83.1	23.23
Rosemary	6.52	158	88.3	18.72
Melissa	7.54	51.5	87.5	21.16
Willow (bark)	5.75	75.3	79.7	21.43

Măsurătorile s-au efectuat în condiții de umiditate atmosferică ridicată, iar herba și coaja au fost tocate la dimensiunea de 4 mm.

Repartizarea pe fracții după mărime a ponderilor dimensiunilor din amestecul de fragmente medicinale de melisă, coada șoricelului, rozmarin și coajă de salcie sunt reprezentate prin histograme în figura 2. Astfel se poate observa care este fracția cu cea mai mare pondere, iar suprafața fiecărui dreptunghi reprezintă ponderea fragmentelor vegetale.

Histogramele sunt utile în vederea identificării dimensiunilor maxime și minime ale amestecului vegetal medicinal, dar și la alegerea orificiilor sitelor în procesul de sortare a plantelor medicinale.

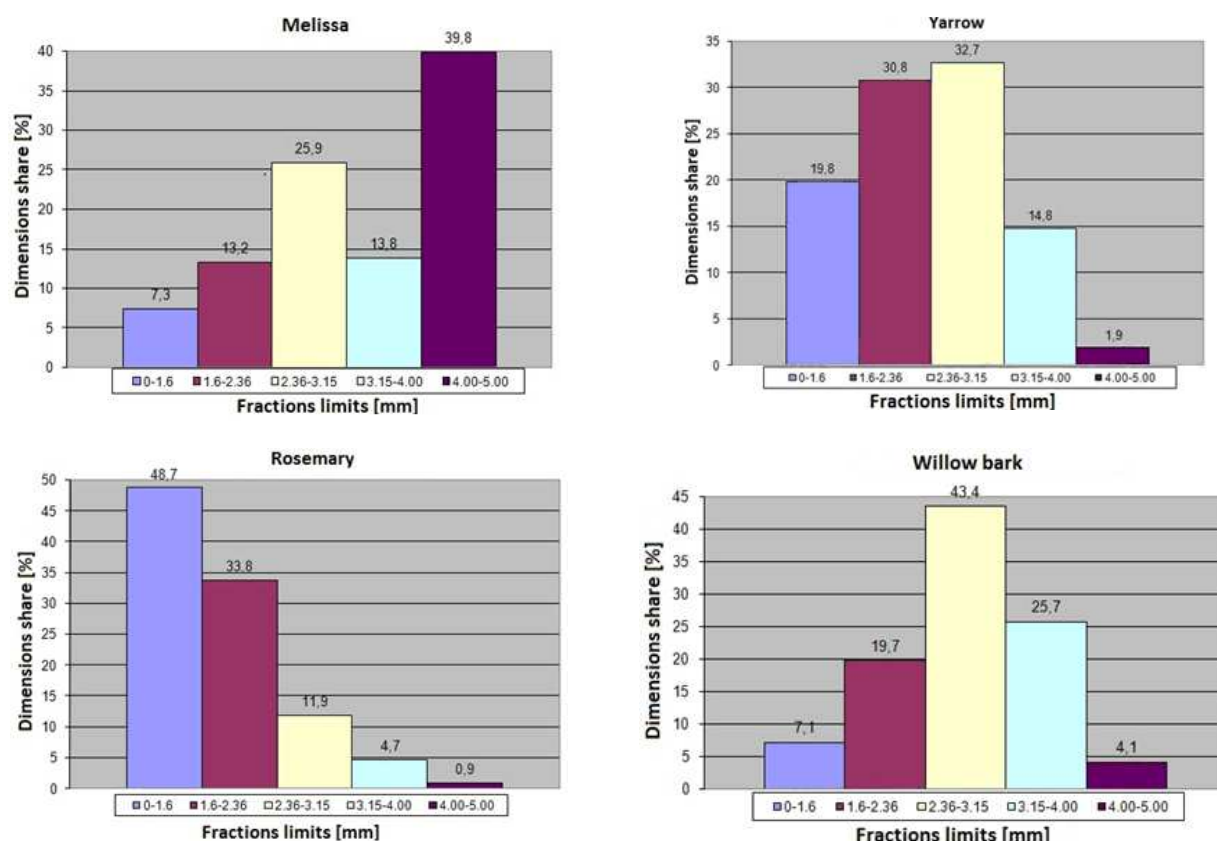


Fig. 2 - The histograms of medicinal plants

It is found from the histogram for melissa that the fraction 5 has the largest share, of approximately 40 %, the next fraction is the third with approximately 26%, and the fraction 1 has the smallest share of about 8%. Therefore, the maximum dimensions of this plant are situated between 4-5 mm, and the minimum dimensions are between 0.1-1.6 mm.

Analyzing the histogram for Yarrow is found that the fractions 2 and 3 have shares very close to 30%, and the fraction 5 is in a very small percentage, of 2%. Thus the predominant dimensions of the original mixture of Yarrow in a percentage of 60%, was varied between 1.6-3.15 mm, and the maximum dimensions between 4-5 mm were very few.

Rosemary histogram indicates that the fraction 1 has the highest share to about 50% with minimum dimensions between 0-1.6 mm and the fraction 5 has the smallest share of about 1%, with maximum dimensions of 4-5 mm.

At the willow bark the histogram indicates 43% for the fraction 3 with dimensions of 2.36-3.15 mm, and the smallest share of is still at the dimensions of the fraction 5, of approximately 4%.

Regarding the sieves selection for these medicinal plants we can observe that melissa separates best on the sieve with holes of 4 mm, and the rosemary on the sieve with holes of 1.6 mm. At the yarrow and at the willow bark we see that the sieve with holes of 2.36 mm is the most effective.

The results obtained from the dimensional analysis of the fragments of each medicinal plant analyzed, were graphically transposed by representing the amount of material that passed through the sieve the "PASSED" (P) and of the "REJECTED" (R) expressed as a percentage, depending on the size of the sieve holes.

Se constată din histograma pentru melisă, că fracția 5 are ponderea cea mai mare, de aproximativ 40 %, următoarea fracție este a treia cu aproximativ 26 %, iar fracția 1 are cea mai mică pondere aproximativ 8 %. Prin urmare dimensiunile maxime ale acestei plante sunt situate între 4-5 mm, iar dimensiunile minime sunt între 0,1-1,6 mm.

Analizând histograma pentru coada șoricelului se constată că fracțiile 2 și 3 au ponderi foarte apropiate de 30 %, iar fracția 5 este într-un procent foarte mic de 2 %. Așadar dimensiunile predominante ale amestecului inițial de coada șoricelului într-un procent de 60 % s-au situat între 1,6-3,15 mm, iar dimensiunile maxime între 4-5 mm, au fost foarte puține.

Histograma pentru rozmarin indică faptul că fracția 1 are ponderea cea mai mare de aproximativ 50 % cu dimensiuni minime între 0-1,6 mm, și fracția 5 are ponderea cea mai mică de aproximativ 1 %, cu dimensiuni maxime de 4-5 mm.

La coaja de salcie, histograma indică 43 % pentru fracția 3 cu dimensiuni de 2,36-3,15 mm, iar ponderea cea mai mică este tot la dimensiunile fracției 5, de aproximativ 4 %.

În ceea ce privește alegerea sitelor pentru aceste plante medicinale putem observa că melisa se separă cel mai bine pe sita cu orificii de 4 mm, iar rozmarinul pe sita cu orificii de 1,6 mm. La coada șoricelului și coaja de salcie observăm că sita cu orificii de 2,36 mm este cea mai eficientă.

Rezultatele obținute în urma analizei dimensionale a fragmentelor fiecărei plante medicinale analizate, au fost transpuse grafic în figura 3 prin reprezentarea cantității de material ce a trecut prin sită TRECUTUL (T) și a REFUZULUI (R), exprimate procentual, în funcție de dimensiunea orificiilor sitei.

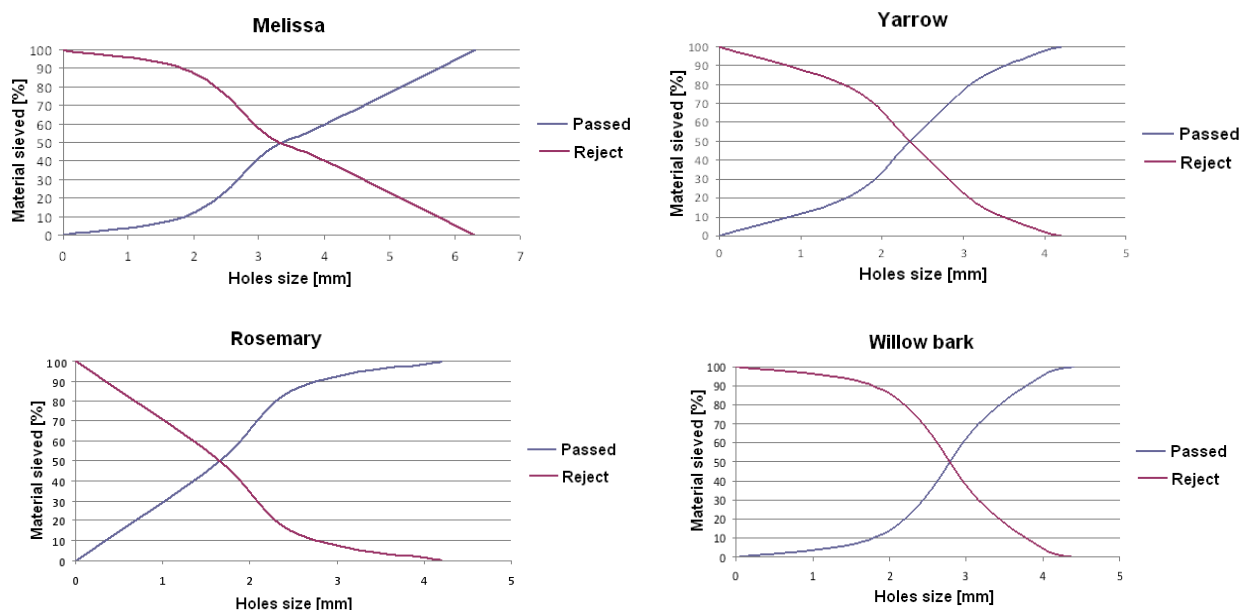


Fig. 3 – Variation of P and R depending on the size of the sieve holes for four types of medicinal plants

The curves of the graphs from Figure 3 represent the variation of the material passed through the holes of the sieve and of the rejection from sieve of the fragments for each medicinal plant analyzed, established as a percentage of the distribution of vegetal material separated from the first to the last sieve of the sorter with vibrating motion. These curves can be used to select the appropriate sieves allowing the separation of the fragments corresponding to the percentage of the desired vegetal material.

The link between the values of passed and rejections of each sieve from the package of sieves arranged one after the other can be used also to determine the flow rates of the sieved and rejections.

CONCLUSIONS

Knowledge of the characteristics of vegetal fragments derived from medicinal plants is important for estimating:

- their mechanical behavior during the separation process;
- feeding flow rate of the separators;
- the energy consumption during the separation process.

The humidity of the vegetal material is important in order to observe if it has been developed bacteria and microorganisms, as well as for maintaining the appearance and content in bioactive substances of the fragments from medicinal plants.

The angle of slope of the vegetal material is important for: construction of the sieves, the process of aeration by sifting of the fragments of medicinal plants, sieves loading, establishment of the surfaces for storing bulk of the medicinal plants fragments.

The dimensional characteristics provide information on the minimum and maximum sizes of fragments from a vegetal mixture, contributing to the choice of the sieves openings for each species, in order to obtain a quality vegetal material. Thus, obtaining various products and phytotherapeutic preparations can be done according to the requirements imposed by the pharmacopoeia.

Knowledge of the physical and dimensional fragments of the chopped medicinal plants is important for optimizing the separation process and implicitly for achieving of high performance specialized equipment.

Curbele graficelor din figura 3 ce reprezintă variația trecutului prin orificiile sitei și refuzului din sită a fragmentelor pentru fiecare plantă medicinală analizată, stabilesc procentual distribuția de material vegetal separat de la prima până la ultima sită a clasorului cu mișcare vibratoare. Aceste curbe pot fi folosite pentru alegerea sitelor adecvate care să permită separarea fragmentelor corespunzătoare procentului de material vegetal dorit.

Legătura dintre valorile refuzurilor și trecuturilor fiecărei site din pachetul de site dispuse una după alta poate fi utilizată și pentru determinarea debitelor cernuturilor și refuzurilor.

CONCLUZII

Cunoașterea caracteristicilor fragmentelor vegetale obținute din plante medicinale este importantă pentru estimarea:

- comportamentului mecanic în timpul separării al fragmentelor vegetale;
- debitului de alimentare al separatoarelor;
- consumului de energie în timpul procesului de separare.

Umiditatea materialului vegetal este importantă pentru a putea observa dacă s-au dezvoltat bacterii și microorganisme, cât și pentru menținerea aspectului și a conținutului în substanțe bioactive al fragmentelor din plante medicinale.

Unghiul de taluz al materialului vegetal este important pentru: construcția sitelor, procesul de aerare prin cernere a fragmentelor de plante medicinale, încărcarea sitelor, stabilirea suprafețelor pentru depozitarea în vrac a fragmentelor de plante medicinale.

Caracteristicile dimensionale oferă informații legate de dimensiunile minime și maxime ale fragmentelor dintr-un amestec vegetal, contribuind la alegerea orificiilor sitelor pentru fiecare specie în parte, în vederea obținerii unui material vegetal de calitate. Astfel obținerea diverselor produse și preparate fitoterapeutice se poate realiza conform cerințelor impuse de farmacopee.

Cunoașterea caracteristicilor fizice și dimensionale a fragmentelor de plante medicinale tocate este importantă pentru optimizarea procesului de separare și implicit pentru realizarea unor echipamentelor specializate cu performanțe ridicate.

REFERENCES

- [1]. Bobiț D., Mărculescu A. (2001) – *Studies for the introduction in culture of some medicinal species in the mountain area*, The journal Acta Universitatis Cibiniensis, Agricultural Sciences Series, vol. 1, No. 1, ISSN 1582-8549, University Publishing House „Lucian Blaga” Sibiu
- [2]. Căsândroi T., Popescu M., Voicu Gh. (2009) – *A developing a mathematical model for simulating the seeds separation process on the plane sieves*, U.P.B. Scientific Bulletin, Series D, Vol. 71, Issue 3, ISSN 1454-2358
- [3]. Constantin G.A., Voicu Gh., Ștefan M.E., Paraschiv G. (2013) - *Researching the dimensional characteristics of the grinding of the second grist within an industrial wheat mill*, vol. 39, no. 1, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, ISSN 2068-2239
- [4]. Constantin G.A., Voicu Gh., Ștefan E.M., Paraschiv G., Mușuroi G. (2014) - *The physical properties of the fractions of grinding to the second milling passage of a wheat mill*, Vol.43, No.2, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, ISSN 2068-2239
- [5]. Danciu A., Postelnicu E., Vladut V., Voicea I., and collab. (2011) – *Experimentation technology and equipment for primary processing of medicinal plants. Obtaining of extractive solutions from medicinal and aromatic plants*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 34, No.2, Bucharest;
- [6]. Ene Gh. (2005) – *Ranking and sorting equipment of polydisperse solid materials*, Matrix Rom Publishing House, Bucharest
- [7]. Grigorescu E. (1987) – *From grasses the medicines were born*, Albatross Publishing House, Bucharest
- [8]. Ipate G., Căsândroi T. (2009) – *Physical properties of agri-food products*; Publisher Politehnica Press, Bucharest, ISBN 978-606-515-051-5
- [9]. Mielă C., Căsândroi T. (2009) - *Aspects regarding the influence of geometrical shape of the holes on the gravimetric flow rate of seeds*; INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 28, no. 2, ISSN: 1583 – 1019;
- [10]. Muntean L.S. (2007) - *Treaty of cultivated and spontaneous medicinal plants*, Risoprint Publishing House, Cluj-Napoca, ISBN: 978-973-751-463-9.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bobiț D., Mărculescu A. (2001) – *Studii pentru introducerea în cultură a unor specii medicinale în zona montană*, Revista Acta Universitatis Cibiniensis, Seria Stiinte Agricole, vol. 1, nr.1, ISSN 1582-8549, Editura Universității „Lucian Blaga”, Sibiu
- [2]. Căsândroi T., Popescu M., Voicu Gh. (2009) – *Dezvoltarea unui model matematic pentru simularea procesului de separare a semințelor pe sitele plane*, U.P.B. Scientific Bulletin, Series D, Vol. 71, Issue 3, ISSN 1454-2358
- [3]. Constantin G.A., Voicu Gh., Ștefan M.E., Paraschiv G. (2013) - *Cercetarea caracteristicilor dimensionale ale măcinii ului celui de-al doilea șrot într-o moară de grâu industrială*, vol. 39, nr. 1, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, ISSN 2068-2239
- [4]. Constantin G.A., Voicu Gh., Ștefan E.M., Paraschiv G., Mușuroi G. (2014) - *Proprietățile fizice ale fracțiilor de măcină la al doilea pasaj de măcinare al unei mori de grâu*, vol.43, nr.2, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, ISSN 2068-2239
- [5]. Danciu A., Postelnicu E., Vladut V., Voicea I., și alții (2011) – *Experimentarea tehnologiei și a echipamentelor pentru procesarea primară a plantelor medicinale. Obținerea de soluții extractive din plante medicinale și aromatice*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 34, No.2, București;
- [6]. Ene Gh. (2005) – *Echipamente pentru clasarea și sortarea materialelor solide polidisperse*, Editura Matrix Rom, București;
- [7]. Grigorescu E. (1987) – *Din ierburi s-au născut medicamentele*, Ed. Albatros, București;
- [8]. Ipate G., Căsândroi T. (2009) – *Proprietăți fizice ale produselor agroalimentare*; Ed. Politehnica Press, București, ISBN 978-606-515-051-5;
- [9]. Mielă C., Căsândroi T. (2009) - *Aspecte privind influența formei geometrice a orificiilor asupra debitului de curgere gravimetric al semințelor*; INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 28, nr. 2, ISSN: 1583 – 1019
- [10]. Muntean L.S. (2007) - *Tratat de plante medicinale cultivate și spontane*, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, ISBN: 978-973-751-463-9.

ASPECTS REGARDING THE QUALITATIVE INDEXES OF THE WORK OF APPLYING PHYTOSANITARY TREATMENTS IN THE FIELD CROPS

ASPECTE PRIVIND INDICIILE CALITATIVE AI LUCRĂRII DE APLICAT TRATAMENTE FITOSANITARE ÎN CULTURILE DE CÂMP

Ph.D. Stud. Eng. Nițu M., Prof. Em. PhD. Eng. Căsandroiu T.²⁾, PhD. Stud. Eng. Matache M., PhD. Eng. Vlăduț V., PhD. Eng. Caba I.³⁾, PhD. Stud. Eng. Cujbescu D.¹⁾, PhD. Eng. Vocea I.¹⁾

¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ³⁾MUNAX SRL Timișoara / Romania
Tel: 0746.689.449; E-mail: rosumihaelan@yahoo.com

Abstract: The correct application of phytosanitary treatments depends on several parameters influencing the quality indexes when applying phyto-sanitary treatments in a culture. This paper presents some considerations and the main aspects regarding the most important qualitative indexes contributing to the proper application of these treatments in the field cultures.

Keywords: quality, environment, plant, protection, soil

INTRODUCTION

The concerns for the protection of the natural environment have been felt since the end of the XIXth century, when it WAS made the transition from the passive attitude of admiring the beauties of nature to the active one of acting for the protection of its and prevention of the abusive exploitation of the natural riches.

We can not talk about farming without referring to its impact on the environment [4, 13].

The productivity of the agriculture is influenced by the level of the applied working technologies, the phytosanitary protection occupying a very important place within these technologies.

The studies and the current research on methods and the equipment for the application of the phytosanitary treatments [2], [5], [7], [8], are part of the new trends for the practice of a sustainable agriculture, knowing the fact that the phyto-sanitary protection represents one of the main sources for reducing of environmental pollution by chemical substances.

An important aspect of the continuing growth of the quality of products made of each economic agent, is both the keeping the conformity for the plant protection machines and the increase of achieving premises under repeatability conditions of these products [5], [7], [10].

MATERIAL AND METHOD

The qualitative indices of the works for the application of the phytosanitary treatments depend on:

- the qualitative working indexes of the spraying ramps;
- the qualitative indexes of the fragmentation;
- the qualitative indexes of the spraying heads.

Each of these are influenced by a lot of other parameters that in the end lead to obtaining of some qualitative indexes as possible good when it performs an operation of herbicidation / phytosanitary treatment.

These parameters must be known very well, so that the technical equipment used for these processes can be adjusted and maintained properly.

RESULTS

♦ Working qualitative indexes of the spraying ramps The ramp stability in a vertical and horizontal plane

The transverse distribution uniformity can be influenced at the ramps with hydraulic spray nozzles both by the distance between nozzles and the sprayed surface and the position of the ramp against the sprayed surface. A large influence on the uniformity of the transverse distribution it can have the ramp position against the sprayed surface. If is not insured the parallelism between the ramp and the soil surface, the treatment uniformity can be adversely affected by the appearance of bands treated unevenly, with under-dosing or overdosing [15].

Rezumat: Aplicarea corectă a tratamentelor fito-sanitare depinde de mai mulți parametri care influențează indicii calitativi atunci când se aplică tratamente fito-sanitare într-o cultură. Lucrarea prezintă câteva considerații și principalele aspecte privind cei mai importanți indici calitativi ce concură la o bună aplicare a acestor tratamente în cultura mare.

Cuvinte cheie: calitate, mediu, plantă, protecție, sol

INTRODUCERE

Preocupările pentru protecția mediului natural s-au făcut resimțite încă de la sfârșitul secolului al XIX-lea, când s-a făcut tranziția de la atitudinea de admirare pasivă a frumuseților naturii la cea activă de acționare pentru protecția ei și de prevenire a exploatării abuzive a bogățiilor naturale.

Nu putem vorbi despre practicarea agriculturii fără a ne referi la consecințele acesteia asupra mediului [4, 13].

Productivitatea agriculturii este influențată de nivelul tehnologiilor de lucru aplicate, protecția fito-sanitară ocupând un loc foarte important în cadrul acestor tehnologii.

Studiile și cercetările actuale privind metodele și echipamentele de aplicare a tratamentelor fito-sanitare [2], [5], [7], [8], se înscriu în noile tendințe pentru practicarea unei agriculturi durabile, știut fiind faptul că protecția fito-sanitară reprezintă una din sursele principale de reducere a poluării mediului cu substanțe chimice.

Un aspect important al politicii de creștere continuă a calității produselor realizate a fiecărui agent economic, îl constituie atât *menținerea conformității mașinilor* pentru protecția plantelor cât și creșterea premizelor de realizare în condiții de repetabilitate a acestor produse [5], [7], [10].

MATERIAL ȘI METODĂ

Indicii calitativi ai lucrărilor de aplicat tratamente fito-sanitare depind de:

- indicii calitativi de lucru ai rampelor de pulverizare;
- indicii calitativi ai fragmentației;
- indicii calitativi ai capetelor de pulverizare.

Fiecare dintre aceștia sunt influențați de o mulțime de alți parametri care în final conduc la obținerea unor indici calitativi cât mai buni atunci când se execută o operație de erbicidare / tratament fito-sanitar.

Acești parametri trebuie cunoscuți foarte bine, astfel încât echipamentele tehnice utilizate pentru aceste procese să poată fi reglate și întreținute corespunzător.

REZULTATE

♦ Indicii calitativi de lucru ai rampelor de pulverizare Stabilitatea rampei în plan vertical și orizontal

Uniformitatea distribuției transversale poate fi influențată la rampele cu duze cu pulverizare hidraulică atât prin distanța dintre duze și suprafața stropită cât și poziția rampei față de suprafața stropită. O influență mare asupra uniformității distribuției transversale o poate avea poziția rampei față de suprafața stropită. În cazul în care nu este asigurat paralelismul dintre rampă și suprafața solului, uniformitatea tratamentului poate fi afectată în mod negativ prin apariția de benzi tratate neuniform, cu subdozare sau supradozare [15].

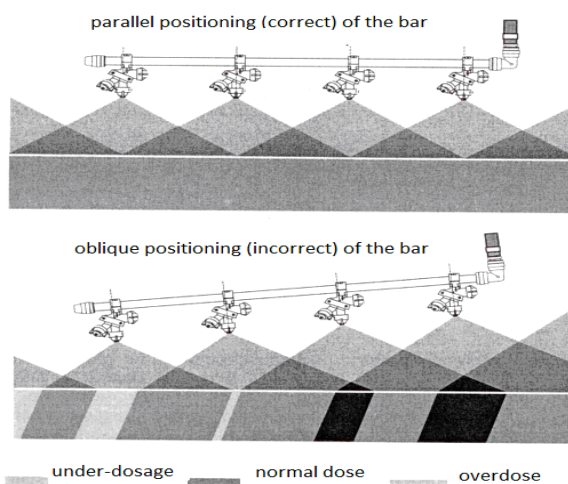


Fig. 1 - The influence of the ramp parallelism to the treated surface on the treatment uniformity [15]

Due to the unevennesses of the land subjected to the treatments, at the movement of the equipment can appear balancings or oscillations of the spraying ramp, with direct implications on the transversal distribution uniformity (homogeneity of the fragmentation deposit) and treatment quality.

Figure 2 shows the main types of oscillations of the spraying ramps during the equipment operation. Every movement taken separately or combined with the others has importance in order to avoid overdosing or underdosing with active substance on the treated surface.

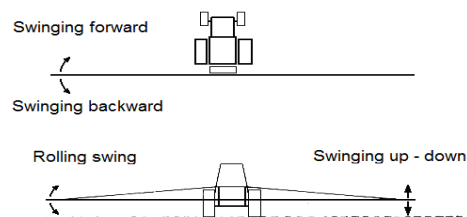
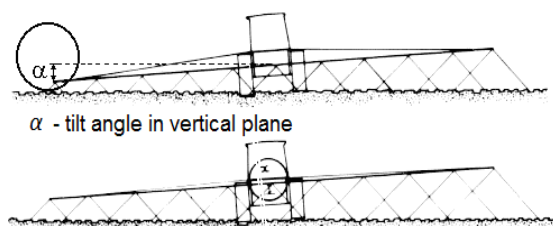


Fig. 2 - The swinging motions of the ramp and its stability [15]

Jet coverage

The jet coverage is the overlapping distance of the neighboring jets, measured at the level of the earth's surface. The jets overlapping of two adjacent nozzles is added together, ensuring a uniform distribution of the pesticide on the length of the lance, according to the angle of the nozzle.

The size of the overlapping jets varies with the distance D of the lance above the ground. It is desirable that this distance to be constant because to the limit occurs the treatment in strips or the failure of the norm of substance [15].

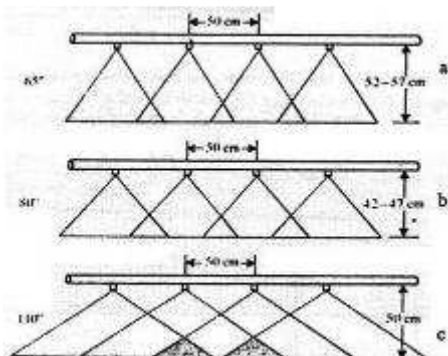


Fig. 3 - The distribution diagram of fluid on the working width when using the nozzles with plane jet and various spraying angles [15]

Acoperirea jetului

Acoperirea jetului este distanța de suprapunere a jeturilor vecine, măsurată la nivelul suprafeței terestre. Suprapunerea jeturilor a două duze alăturate se însumează, asigurând o repartitie uniforma a pesticidului pe lungimea lăncii, în funcție de unghiul duzei.

Mărimea suprapunerii jeturilor variază cu distanța D a lăncii față de sol. Este de dorit ca această distanță să fie constantă, deoarece, la limită apare tratamentul în benzi sau nerealizarea normei de substanță [15].

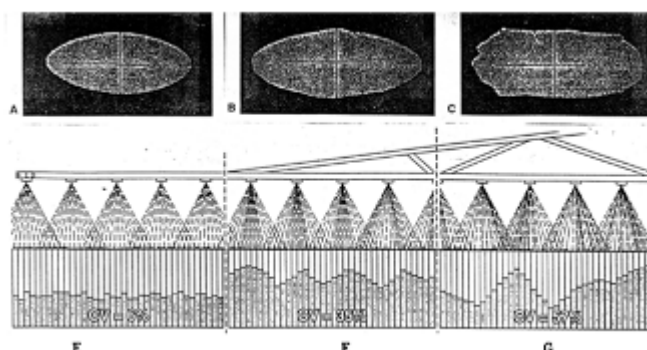


Fig. 4 - Variation of the nozzle flow rate according to the wear [6]

This size varies over time, among others, due to the physical condition of the nozzle. What can not be observed with the naked eye, the microscope reveals: used nozzle edge (B) is rounded compared to the new one (A). The damages at the nozzle from the picture (C) were generated by an improper cleaning.

It is desirable that this distance be constant because, at the limit occurs the treatment in strips or the failure of the norm of substance [14].

The penetration mode of the spraying

At spraying, the compact jet of solution that gets out from a limited space (the nozzle or spray body) is converted into a jet of droplets by dispersing the liquid into the free space in different directions, at a speed able to overcome the internal cohesion forces of the dispersed liquid.

The way in which disperses the liquid can be highlighted by shooting with a very short exposure time [15].



Fig. 5 - The way of dispersion of the liquid at the hydraulic spraying
Source: documentary picture of the company LECHLER

The spraying penetration is the distance covered by the drop through the air mass.

The degree of penetrability of the droplets in crop and the level of their retention on the treated plants, depend on:

- the fineness degree of the jet of pulverized liquid;
- the spraying system;
- the flow rate of the jet of drops (the size of the working norm);
- the retention index;
- the mode of arranging and overlapping of the leaves;
- the angle formed by the droplet trajectory and the impact surface;
- the sort of the foliar surface (glossy, covered with piliferous etc.).

The penetration increases up to a maximum value (Fig. 6a), then drops abruptly. No matter it increases the pressure, the penetration remains the same. In the case of pneumatic spraying when the phytosanitary liquid is at small pressure ($0.5 \dots 1.5 \times 10^5$ Pa), into a stream of air with high speed (100...200 m/s), the diameter of the droplet and the air jet speed varies according to a graph shown in Figure 6b.

The density of impact represents the number of droplets deposited per surface unit treated. The droplets reaching the target subjected to spraying must meet the following conditions:

- to be as uniform as possible;
- do not overlap in several layers;
- not to present too high overlap areas;
- the layer thickness of phytosanitary substance deposited to be correlated with the prescribed dose by agrotechnics;
- spraying device to constantly flowing the same jet with the same range of droplets.

The ideal condition is that while working the spraying device to correct the working parameters according to the volume of vegetation and the other factors (speed, pressure),

Această mărime variază în timp, printre altele și datorită stării fizice a duzei. Ceea ce nu se poate constata cu ochiul liber, se pune în evidență cu microscopul: marginea duzei uzate (B) este rotunjită comparativ cu duza noua (A). Deteriorările la duza din imaginea (C) au fost generate printr-o curățare neadecvată.

Este de dorit ca această distanță să fie constantă deoarece, la limită apare tratamentul în benzi sau nerealizarea dozei de substanță [14].

Modul de penetrare al pulverizării

La pulverizare, jetul compact de soluție ce iese dintr-un spațiu limitat (corpus duzei sau al pulverizatorului) este transformat într-un jet de picături prin dispersarea lichidului în spațiul liber în direcții diferite la o viteză capabilă să învingă forțele de coeziune internă ale lichidului dispersat.

Modul de dispersare al lichidului se poate pune în evidență prin fotografiere cu timp de expunere extrem de scurt [15].

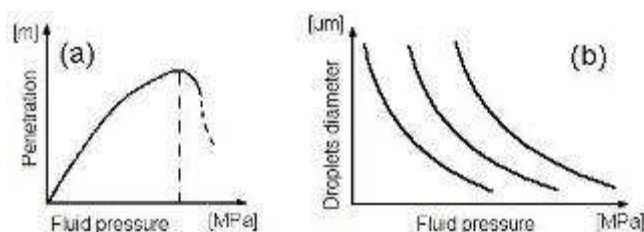


Fig. 6 - The variation graphs of the penetration depending on pressure

Penetrarea pulverizării reprezintă distanța parcursă de picătură prin masa de aer.

Gradul de penetrabilitate a picăturilor în cultură și nivelul de reținere a acestora pe plantele tratate, depind de:

- gradul de finețe al jetului de lichid pulverizat;
- sistemul de pulverizare;
- debitul jetului de picături (mărimea normei de lucru);
- indicele de retenție;
- modul de așezare și suprapunere a frunzelor;
- unghiul format de traiectoria picăturii și suprafața de impact;
- felul suprafeței foliare (lucioasă, acoperită de perișori etc.).

Penetrația crește până la o valoare maximă (fig. 6a), după care scade brusc. Oricât s-ar mări presiunea, penetrația rămâne aceeași. În cazul pulverizării pneumatice când lichidul fitosanitar este la presiune mică ($0.5 \dots 1.5 \times 10^5$ Pa), într-un curent de aer cu viteză foarte mare (100...200 m/s), diametrul picăturilor și viteza jetului de aer variază după un grafic prezentat în figura 6b.

Densitatea de impact reprezintă numărul de picături depuse pe unitatea de suprafață tratată. Picăturile care ating ținta supusă stropirii trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie cât mai uniforme;
- să nu se suprapună în mai multe straturi;
- să nu prezinte zone de suprapunere prea mari;
- grosimea stratului de substanță fitosanitară depusă să fie corelată cu doza prescrisă de agrotehnică;
- aparatul de pulverizare să debiteze constant același jet cu același spectru de picături.

Condiția ideală este ca în timpul lucrului aparatul de pulverizat să corecteze parametrii de lucru în funcție de volumul de vegetație și de ceilalți factori (viteză, presiune), astfel ca

so that the density of impact to be evenly. The density of impact currently has a very low uniformity: at the most improved spraying devices it reaches values of 1/3 [10].

Göhlich shows that the same degree of coverage can be achieved with different sized droplets but at different densities as number of droplets per unit of surface [15].

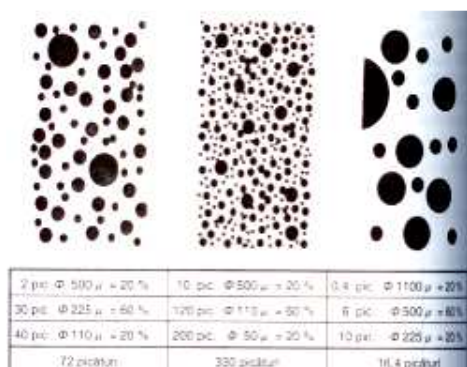


Fig. 7 - Spraying with the same coverage degree but with various size specters of droplets (Source: modified after Göhlich)

The drift

The quantity of liquid that is driven laterally or vertically by the air currents or which because of the diameter remains in flotation state and does not reach on the treated surface is called drift (Figure 8). It is necessary to know the drift and in connection with it the limits within can be used a terrestrial equipment for spraying, without that other crops situated at a given distance to be affected by treatments performed by that equipment.

The drift depends on the height of the ramp above the ground, by the size of the droplets and by the speed of the wind [11, 12].

The droplets with diameters less than 50 μm are susceptible to be diverted from the place of impact

In the present there are produced the nozzles and antidrift air injection nozzles prevent the drifting against droplets.

Norms of substance

The establishment of the norm of solution to be applied at a specific area is done based on the knowledge of the following components:

- diagnosis of the organism;
- the concentration in active substance of the product to be administered;
- the application dose;
- the norms of liquid per hectare that can be achieved with the machine from endowment.

A criterion of great importance that has to meet a good machine for the application of chemical treatments in field crops is the compliance of the norm of liquid per hectare. Non-compliance of the norm will result in significant losses, either due to the damage of the crop either as a result of losses of pesticides. That is why, the builders of such machines look that these to distribute, as accurately as possible, the norms of liquid prescribed.

The norm of liquid N applied per unit of area is computed with the relation:

$$N = 600 Q/B_1 v \text{ [l/min]} \quad (1)$$

where: Q = the flow rate pulverized through the nozzles of the machine, l/min;

B_1 = working width, m; v = machine travel speed, km/h.

To find the required flow rate q through a nozzle, the value of the machine flow rate Q is divided by the number z of the spraying heads, namely:

$$q = Q/z \text{ [l/min]} \quad (2)$$

It must be mentioned that from agrotechnical point of view it is necessary that the machines achieve norms of liquid with a

densitatea de impact să fie uniformă. Densitatea de impact în prezent are o uniformitate foarte scăzută: la cele mai perfecționate aparate de stropit, ea atinge valori de 1/3 [10].

Göhlich arată că același grad de acoperire poate fi realizat cu picături de dimensiuni diferite dar la densități diferite ca număr de picături pe unitatea de suprafață [15].

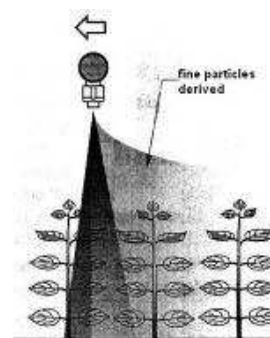


Fig. 8. The drift [15]

Deriva

Canitatea de lichid care este antrenată lateral sau vertical de curenții de aer sau care datorită diametrului rămâne în stare de plutire și nu ajunge pe suprafața tratată este denumită derivă (drift) (fig. 8). Este necesar să se cunoască deriva (driftul) și în legătură cu ea limitele în care se poate utiliza un echipament terestru pentru stropit, fără ca alte culturi situate la o distanță dată să fie afectate de tratamentele efectuate cu acel echipament.

Deriva depinde de înălțimea rampei față de sol, de mărimea picăturilor și de viteza vântului [11, 12].

Picăturile cu diametre mai mici de 50 μm sunt susceptibile a fi deviate de la locul de impact.

În prezent s-au fabricat duzele antidrift și duzele cu injecție de aer care împiedică mult deriva picăturilor.

Normele de substanță

Stabilirea normei de soluție ce trebuie să fie administrată la o anumită suprafață se face pe baza cunoașterii următoarelor elemente:

- diagnosticarea organismului;
- concentrația în substanță activă a produsului de administrat;
- doza de aplicare;
- normele de lichid la hectar ce pot fi realizate cu mașina aflată în dotare.

Un criteriu de mare importanță pe care trebuie să-l îndeplinească o mașină bună pentru aplicat tratamente chimice în culturi de câmp este respectarea normei de lichid la hectar. Ne-respectarea normei va conduce la însemnate pagube, fie ca urmare a vătămării culturii fie ca urmare a pierderilor de pesticide. De aceea, constructorii de astfel de mașini caută ca acestea să distribuie cât mai precis normele de lichid prescrise.

Norma de lichid N administrată pe unitatea de suprafață se calculează cu relația:

în care: Q = debitul pulverizat prin duzele mașinii, l/min; B_1 = lățimea de lucru, m; v = viteza de deplasare a mașinii, km/h.

Pentru a afla debitul necesar q printr-o duză, se împarte valoarea debitului mașinii Q la numărul z al capetelor de pulverizare, adică:

deviation of maximum $\pm 15\%$ compared to the prescribed norm.

From equation (1) it follows that at a machine with the working width B_1 given, for maintaining a value of the norm of liquid prescribed ($N = \text{const.}$) it is necessary to keep constant the report Q/v . This requires the accurate correlation of the flow rate Q with its travel speed v .

♦ Qualitative indexes of the fragmentation The dispersing degree

By disperse system is meant a heterogeneous physico-chemical system, made up of a continuous phase and at least one discontinuous phase into parts with very small dimensions. If the continuous phase is a gas (ie: the air), and the dispersed phase is a solid body, the system is called smoke and the operation is called fumigation, or therapy with solid aerosols. If the continuous phase is a gas (ie: the air) and the one dispersed is a liquid, the dispersed system is called aerosol and if the liquid phase is presented in very small forms is called fog.

The physico-mechanical properties of chemicals influence the degree of dispersion into the spraying liquids. The dispersing degree is characterized by the size of the diameter of the droplet and the uniformity of dispersion, which is determined by the droplets share of the same diameter existing at a given moment into the jet of liquid dispersed and their arrangement on the treated surfaces. The fineness and homogeneity of a jet is estimated depending on some parameters measurable in linear units, usually microns:

- D_{10} the droplet diameter so that 10% of the sprayed volume to be formed of droplets with a diameter smaller than that specified;
- D_{90} the droplet diameter so that 90% of the sprayed volume to be formed of droplets with a diameter smaller than that specified;
- D_{50} or VMD the droplet diameter so that 50% of the sprayed volume to be formed of droplets with a diameter smaller than that specified;
- NMD represents that diameter at which half of the droplets are smaller (the number of droplets of a smaller diameter to be equal to the number of drops whose diameter is greater).

The smaller is VMD, the pulverization is finer. To estimate the homogeneity it calculates:

- be the ratio VMD/NMD : The closer is of 1, the spraying is more homogeneous [10];
- be $SPAN = D_{90} - D_{10}$: the smaller it is, the spraying is more homogeneous. In order to compare the jets homogeneity of some nozzles of different diameters we must appeal to:

$$SPAN_{RELATIV} = \frac{D_{90} - D_{10}}{D_{50}} \quad (3)$$

where D_{90} = tolerated index of uniformity.

The more homogeneous is the jet, the smaller is the value of this ratio, independently of the nozzle diameter [9]. The evaluation of the droplet size is graphically represented in Figure 9.

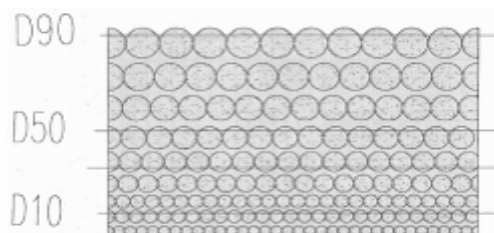


Fig. 9 - Evaluation of the droplets size [8]

Coefficient of extension

The extension coefficient represents the ratio between the diameter of the contact surface of a droplet deposited on a given surface and its real diameter.

o abatere de maximum $\pm 15\%$ față de norma prescrisă.

Din relația (1) rezultă că la o mașină cu lățimea de lucru B_1 dată, pentru menținerea unei valori a normei de lichid prescrise ($N = \text{const.}$) se impune păstrarea constantă a raportului Q/v . Ceea ce presupune corelarea exactă a debitului Q cu viteza de deplasare v a acesteia.

♦ Indici calitativi ai fragmentației Gradul de dispersie

Prin sistem dispers se înțelege un sistem fizico-chimic heterogen, alcătuit dintr-o fază continuă și cel puțin o fază discontinuă în părți cu dimensiuni foarte mici. Dacă faza continuă este un gaz (ex.: aerul), iar faza dispersată este un corp în stare solidă, sistemul se numește fum iar operațiunea se numește fumigare, sau tratament cu aerosoli solizi. Dacă faza continuă este un gaz (ex. aerul), iar cea dispersată e un lichid, sistemul dispers se numește aerosol, iar dacă faza lichidă se prezintă în forme foarte mici se numește ceață.

Proprietățile fizico-mecanice ale produselor chimice influențează gradul de dispersie în lichidele de stropit. Gradul de dispersie este caracterizat prin mărimea diametrului picăturilor și uniformitatea dispersiei, care se determină prin ponderea picăturilor de același diametru care există la un moment dat în jetul de lichid dispersat și dispunerea lor pe suprafețele tratate. Finețea și omogenitatea unui jet se apreciază în funcție de unii parametri măsurabili în unități liniare, de obicei microni:

- D_{10} diametrul picăturilor, astfel încât 10% din volumul pulverizat să fie format din picături cu diametrul mai mic decât cel specificat;
- D_{90} diametrul picăturilor astfel încât 90% din volumul pulverizat să fie format din picături cu diametrul mai mic decât cel specificat;
- D_{50} sau VMD diametrul picăturilor, astfel încât 50% din volumul pulverizat să fie format din picături cu diametrul mai mic decât cel specificat;
- NMD reprezintă acel diametru la care jumătate din picături sunt mai mici (numărul de picături cu diametrul mai mic să fie egal cu numărul de picături al căror diametru este mai mare).

Cu cât VMD este mai mic, cu atât pulverizarea este mai fină. Pentru a estima omogenitatea se calculează:

- fie raportul VMD/NMD : cu cât este mai aproape de 1, cu atât pulverizarea este mai omogenă [10];
- fie $SPAN = D_{90} - D_{10}$: cu cât este mai mic, cu atât pulverizarea este mai omogenă. Pentru a putea compara omogenitatea jeturilor unor duze de diametre diferite trebuie apelat la:

unde D_{90} = indice tolerat de uniformitate.

Valoarea acestui raport, independentă de diametrul duzelor, este cu atât mai mică cu cât jetul este mai omogen [9]. Evaluarea mărimii picăturilor este reprezentată grafic în figura 9.

Coefficientul de extindere

Coefficientul de extindere reprezintă raportul dintre diametrul suprafeței de contact al unei picături depusă pe o anumită suprafață și diametrul său real.

The surface area of contact on which is realized the incidence of the droplet depends on some factors such as:

- the kind of the leaf surface on which is done the deposit;
- the initial diameter of the droplet;
- the level of the surface-active force from the liquid of spraying;
- liquid viscosity etc.

At the moment of the impact, depending on the mentioned factors, the drop makes a contact angle (Fig. 10) [9].

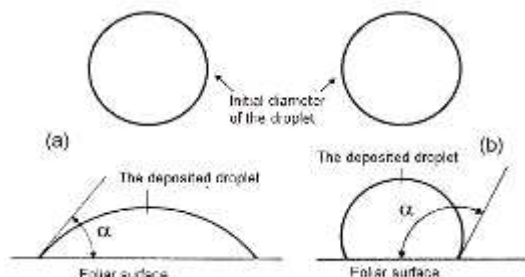


Fig. 10 - The contact surfaces and the angles formed at the division plans level of the environments of contact a – convex plan; b – concave plan (Source: modified after Norden)

The ratio between the droplet trace and its real diameter is given by the relation:

$$d = k \cdot (2r) \quad (4)$$

Covering degree

The coverage degree with droplets represents the density or the number of impacts (spots) of the phytosanitary solution on one square centimeter of surface treated.

Closely related to the degree of coverage is the density of impact, representing the number of droplets deposited per unit of area treated (generally, 1 cm²). An adjacent size with the degree of coverage is also the deposition, which is defined as the amount deposited and distributed from the plant protection product on the targeted surface [10].

The diameter of the droplets from the dispersed liquid jet is influenced by the physico-mechanical properties of the liquid, by the environmental particularities in which is made the dispersion and by the structural and functional parameters of the dispersing device. Considering that the droplet shape is spherical and that the droplets form on the surface of the leaves hemispheres or spheroids whose contact surface on the foliar system is equal to the area of the sphere equatorial section, from a volume V can be obtained Z drops of diameter d according to the equation:

Aria suprafeței de contact pe care se realizează incidența picăturii depinde de unii factori precum:

- felul suprafeței frunzei pe care se realizează defunerea;
- diametrul inițial al picăturii
- nivelul forței tensioactive din lichidul de stropit;
- vâscozitatea lichidului etc.

În momentul impactului, în funcție de factorii amintiți, picătura realizează un unghi de contact (fig. 10) [9].

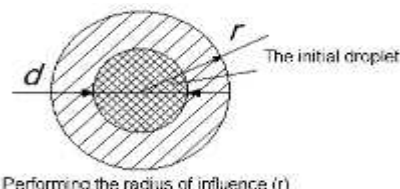


Fig. 11 - The area of influence of a drop [16]

Raportul dintre urma picăturii și diametrul său real este dat de relația:

Gradul de acoperire

Gradul de acoperire cu picături reprezintă densitatea sau numărul de impacturi (spot-uri) a soluției fitosanitare pe un centimetru pătrat de suprafață tratată.

Strâns legată de gradul de acoperire este *densitatea de impact*, care reprezintă numărul de picături depuse pe unitatea de suprafață tratată (în general, 1 cm²). O mărime adiacentă cu gradul de acoperire este și *depunerea*, care se definește ca fiind cantitatea depusă și distribuită din produsul de uz fitosanitar pe suprafața vizată [10].

Diametrul picăturilor din jetul de lichid dispersat este influențat de proprietățile fizico-mecanice ale lichidului, de particularitățile mediului în care se face dispersarea și de parametrii constructivi și funcționali ai dispozitivului de dispersare. Considerând că forma picăturilor este sferică și că picăturile formează pe suprafața frunzelor semisfere sau sferoide a căror suprafață de contact pe sistemul foliar este egală cu suprafața secțiunii ecuatoriale a sferei. Dintr-un volum V se pot obține Z picături de diametru d conform relației:

$$Z = \frac{6V}{\pi d^3} \quad (5)$$

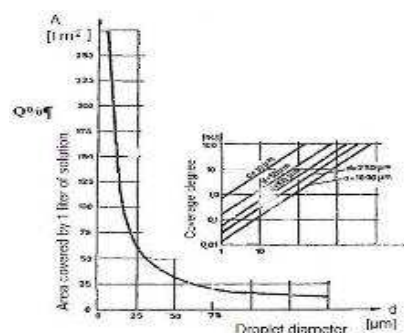
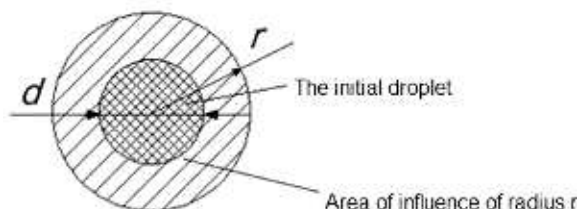


Fig. 12 - The graph of variation of the area covered by one liter of solution [8]

Considering that every drop has around it a zone of influence of radius "r" (Figure 10), the area covered by the Z drops will be:

Considerând că fiecare picătură are în jurul său o zonă de influență de rază "r" (Figure 10), suprafața acoperită de cele Z picături va fi:

$$S = \frac{\pi(d+2r)^2}{4} = 1,5 \frac{(d+2r)^3}{d^3} \quad (6)$$

The graph of variation of the area covered by one liter of solution depending on the diameter of the droplets is shown in Figure 12. The surface of coverage decreases with increasing the droplets diameter.

Alongside is shown how is changed the norm Q of liquid per hectare, in percentage, depending on the degree of coverage for different diameters of the the droplets.

From this graph it is noted that for droplets having a diameter of 10 μm , at a coverage degree of 100% are required Q=160 l/ha for 175 m² [8].

The precipitate

Precipitate is the amount of plant protection product distributed and deposited on the target object surfaces. For the determination of this there are currently over 70 methods of which the most common are based on: the use of various collectors (hydro sensitive or oil sensitive paper, glass blades for microscope, gridded sheets of black plastic material etc.). These collectors are placed on special holders, or directly on the leaves of plants according to certain rules that the samples collected to be representative for the spraying analyzed.

Photometric analysis methods are used, in which case the spraying liquids are accompanied by a specific tracer to facilitate the analysis, existing the procedures for the analysis of the deposit directly on the surface of the leaf, figure 13) [6].

Graficul de variație a suprafeței acoperite de un litru de soluție funcție de diametrul picăturilor este prezentat în figura 12. Suprafața de acoperire scade pe măsura creșterii diametrului picăturilor.

Alăturat este prezentat modul cum se modifică norma Q de lichid la hectar, în procente, în funcție de gradul de acoperire pentru diferite diametre ale picăturilor.

Din acest grafic se observă că pentru picături cu diametrul de 10 μm , la un grad de acoperire de 100% sunt necesare Q=160 l/ha pentru 175 m² [8].

Depunerea

Depunerea reprezintă cantitatea de produs fitosanitar distribuită și depusă pe suprafețele obiectelor țintă. Pentru determinarea acesteia există în prezent peste 70 de metode, dintre care, cele mai întâlnite sunt bazate pe: folosirea captatorilor de diferite tipuri (hârtie hidrosensibilă sau oleosensibilă, lame de sticlă pentru microscop, folii carioate din material plastic de culoare neagră etc.). Acești captatori se așază pe suporturi speciale, sau direct pe frunzele plantelor după anumite reguli pentru ca eșantioanele recoltate să fie reprezentative pentru stropirea analizată.

Folosirea metodelor de analiză fotometrică, caz în care lichidele de stropit sunt însoțite de un traser specific pentru facilitarea analizei, existând procedeele de analiză a depunerii direct pe suprafața frunzei, figura 13) [6].

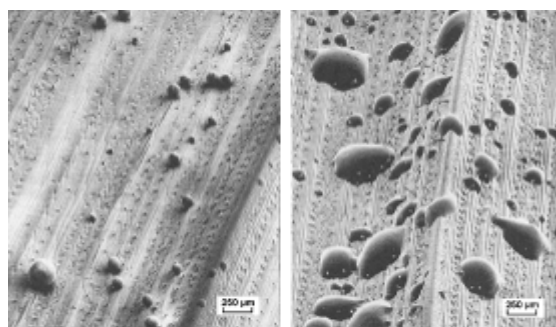


Fig. 13 - Different levels of coverage obtained with the hydraulic spraying system with carried jet

The foliar index (foliar area index - TRV)

The T.R.V index (Tree Row Volume) represents the calculation of the necessary volume of solution depending on the surface of the treated foliage.

For the accurate estimation of this index, must be taken into account of:

- the foliar area index (Table 1), which means how many m² of area cultivated there are at 1 m² of area under crops;
- size of the culture, which can be:
 - Low-sized crops (wheat, soy, potato, sugar, beet etc.), to which it applies rates between 200 ... 600 l / ha;
 - high crops (hemp, trees, vines, etc.), to which it applies rates between 1000 ... 2000 l / ha [10].

Indicele foliar (indicele suprafeței foliare - T.R.V)

Indicele T.R.V (Tree Row Volume) reprezintă calculul volumului de soluție necesar în funcție de suprafața frunzișului supus tratamentului.

Pentru estimarea cât mai exactă a acestui indice, trebuie să se țină cont de:

- indexul suprafeței foliare (tabelul 1), care înseamnă câți m² de suprafață de cultură există la 1 m² de suprafață cultivată;
- talia culturii, care pot fi:
 - culturi de talie joasă (grâu, soia, cartof, sfeclă etc.), la care se aplică norme cuprinse între 200...600 l/ha;
 - culturi cu talie înaltă (câneapă, pomi, viță de vie etc.), la care se aplică norme cuprinse între 1000...2000 l/ha [10].

Table 1

Foliar area index					
Crop	Wheat	Corn	Potato	Beet	Cabbage
Parameter					
Height (cm)	85	200	70	42	30
Index	24.7	10.5	11.2	8.8	4.7

Equally important is the classification from the Tables 2 and 3 whereby it take into account the vertical foliage distribution and leaves position.

La fel de importantă este clasificarea din tabelele 2 și 3 în care se iau în considerare distribuția foliajului pe verticală și poziția frunzelor.

Table 2

The distribution characteristics of the leaves of different cultures

Group	Vertical distribution	
	The feature	Crop
A	The maximum density in the top layer	Soybean, canola (early stages), leguminous vines
B	The maximum density in the lower layer	Wheat, barley (early stages), other gramineae
C	The maximum density of the middle layer	Rice, corn, sunflower, wheat, barley (late stages), fruit trees
D	Densities uniform relative vertically	Trellis crops, vines, apple, garden beans, tomatoes

Table 3

The characteristics of distribution of the leaves of different crops

Group	Vertical distribution	
	The feature	Crop
1	Horizontally	Soybean, sunflower, potato, peas, white clover, etc.
2	Vertically	Wheat, barley, rice (late stages), onions, garlic, leeks, gladiolas, etc.
3	Intermediary	Corn, sorghum, cotton, canola, sugar beet, vines
4	Uniformly	Maize (late stage), canola (late stage)
5	Spherically	Rice (early stage), rye (average stage)

♦ Qualitative indices of spraying heads Cone angle

According to [1] (regarding the terms used in dealing with the problems of pesticides dispersal), paragraph 1.2.3.24: "spraying angle means the angle formed by the outer edges of the jet close to the nozzle". In the paragraph 3.3.25. is specified the definition of the nominal spraying angle: spraying angle obtained under a reference pressure, to characterize a particular type of nozzle. The scheme of the spraying angle is shown in Figure 14.

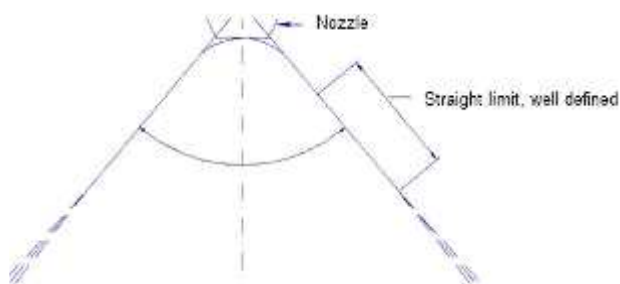


Fig. 14 - Main dimensions of the spraying angle [1]

The spraying angle depends largely on the type and size of the nozzle orifice. The fluid pressure has a significant effect on the size of the spraying angle (Fig. 15). The spraying angle measurement is done with a compass-shaped device (angle-meter) or by shooting [16].

In practice the nozzle has marked on it the size of the spraying angle. Generally, the liquids more viscous than the water form smaller spraying angles, while the liquids of lower surface tension than the water are dispersed at larger angles. A decrease of the value of spraying angle by 2-10% leads to an uneven distribution on the length of spraying lance [9]. Also, the surface tension size leads to increasing / decreasing of the droplet and of the spraying angle according to whether it is greater, respectively smaller.

The pressure jet

The pressure represents the limit of the ratio between the normal force of pressure that is transmitted through a section practiced in a body and the area of the section when it tends to zero along with all its linear dimensions, if for every point this limit is independent of the orientation of the section.

From general laws of mechanics follows that it must that through the section to be transmitted forces that do not have vector components tangential to section, namely it must that all the tangential components to be zero. This condition is always performed to the fluids in balance. If there are tangential stresses, the forces ratio depends on the

♦ Indici calitativi ai capetelor de pulverizare Unghiul conului

Conform [1] (referitor la termenii folosiți în tratarea problemelor dispersării pesticidelor), paragraful 1.2.3.24: "unghi de pulverizare înseamnă unghiul format de marginile exterioare ale jetului în apropierea duzei". În paragraful 3.3.25. se precizează definiția unghiului nominal de pulverizare: unghi de pulverizare obținut sub o presiune de referință, pentru a caracteriza un anumit tip de duză. Schema unghiului de pulverizare este prezentată în figura 14.

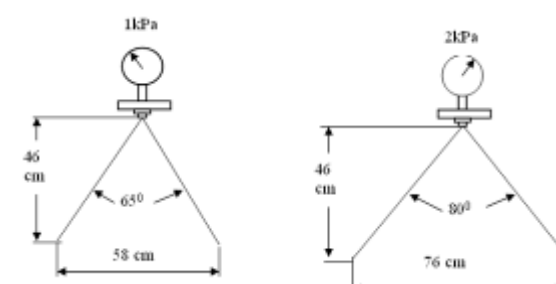


Fig.15 - Decrease of the spraying angle along with pressure decrease [16]

Unghiul de pulverizare depinde în mare măsură de tipul și mărimea orificiului duzei. Presiunea lichidului are un efect semnificativ asupra mărimii unghiului de pulverizare (fig. 15). Măsurarea unghiului de pulverizare se face cu un dispozitiv în formă de compas (angulometru), sau prin fotografiere [16].

În practică duza are marcată pe ea și mărimea unghiului de pulverizare. În general, lichidele mai vâscoase ca apa formează unghiuri de pulverizare mai mici, în timp ce lichidele cu tensiune superficială mai joasă decât apa se dispersează la unghiuri mai largi. O scădere a valorii unghiului de pulverizare cu 2...10% conduce la o neuniformitate a distribuției pe lungimea lăncii de pulverizare [9]. De asemenea, mărimea tensiunii superficiale conduce la mărirea/micșorarea picăturilor și a unghiului de pulverizare după cum aceasta este mai mare, respectiv mai mică.

Presiunea jetului

Presiunea reprezintă limita raportului dintre forța normală de apăsare care se transmite printr-o secțiune practică într-un mediu și aria secțiunii când aceasta tinde către zero odată cu toate dimensiunile ei liniare, dacă pentru fiecare punct această limită este independentă de orientarea secțiunii.

Din legile generale ale mecanicii rezultă că trebuie ca prin secțiune să se transmită forțe care să nu aibă componente vectoriale tangențiale la secțiune, adică trebuie ca toate componentele tangențiale să fie nule. Această condiție este totdeauna realizată la fluidele în echilibru. Dacă există tensiuni tangențiale, câțul forțelor

application on the orientation plane of the section. The units for measuring the pressure are: daN/cm², N/m², kgf/cm², atm, bar, Pa [3].

Since in the present paper is about moving fluids will be studied the static pressure of moment and the dynamic pressure. The inner static pressure of a fluid in motion is indicated with a measuring instrument which moves along with the fluid at the same speed. On the walls of the pipes through which flow fluids is exerted static pressure. That is why it is also called wall pressure.

The relation between the static pressure, the dynamic pressure and the pressure of position is given by the Bernoulli's law.

If p_0 is the static pressure into an incompressible fluid with the specific gravity γ , in the gravitational field of the earth, a high point z_{01} where the liquid has the speed v_0 , the static pressure p in the liquid, at the height Z , in a point on the same flow line as the pressure point p_0 and where the liquid has the speed v , is calculated using Bernoulli's equation:

$$\boxed{\times} \quad (7)$$

From this equation it can be deduced the fluid velocity if it is measured the wall pressure and the dynamic pressure by the Pitot tube. Between the static pressure and the total pressure exists the relation:

where: $P_t = P_s = P_d$

But $P_s = \rho gh$. Results the fluid velocity:

$$P_t - P_s = P_d \quad (7)$$

unde: $P_t = P_s = P_d$

Dar $P_s = \rho gh$. Rezultă viteza fluidului:

$$V = \sqrt{2 \frac{P_d}{\rho_{\text{aer}}}} \quad (8)$$

where P_d is the dynamic pressure read onto the Pitot tube (fig. 16).

unde P_d este presiune dinamică citită pe tubul Pitot (fig. 16).

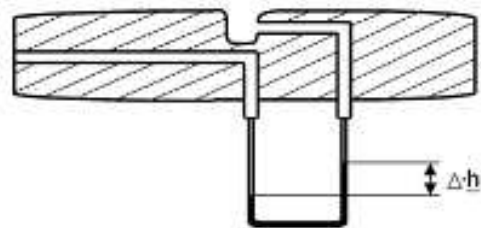


Fig. 16 - Pitot tube [3]

The nozzles flow rate varies with the spraying pressure. The relation between flow rate [l/min] and pressure [bar] is:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} \quad (9)$$

From equation (9) we deduce that, to double the flow, the pressure must be increased of four times. A higher pressure increases the flow rate through the nozzle, but also influence the droplet size which decreases, also wearing the nozzle orifice and dispersion characteristics. In practice, the variation in flow through the nozzle is read on diagrams or tables given by the companies that have manufactured the nozzles.

Viscosity and temperature

Viscosity has a significant effect on the nozzles performance. A viscous fluid results in a high air resistance in which penetrates the fragmentation. The cone angle decreases with increase in viscosity. Viscosity affects the droplet formation. The flow through the nozzle decreases with increasing the viscosity. Viscosity is responsible for the decrease in spray angle and for the correct form of droplets.

The temperature also affects the viscosity, the surface tension of the droplet and the specific gravity. A low-temperature lead to an increase in the flow of liquid through the nozzle.

Debitul duzelor variază cu presiunea de pulverizare. Relația dintre debit [l/min] și presiune [bar] este:

Din relația (9) se deduce că, pentru a dubla debitul, presiunea trebuie mărită de patru ori. O presiune mai mare mărește debitul prin duză, dar influențează și mărimea picăturii pe care o micșorează, uzând totodată orificiul duzei și caracteristicile dispersiei. În practică, variația debitului prin duză se citește pe diagrame sau tabele date de firmele care au construit duzele.

Vâscozitatea și temperatura

Vâscozitatea are un efect semnificativ asupra performanțelor duzelor. O vâscozitate mare a lichidului duce la o rezistență mare a aerului în care penetrează fragmentația. Unghiul conului descrește odată cu creșterea vâscozității. Vâscozitatea afectează și formarea picăturilor. Debitul prin duze scade odată cu creșterea vâscozității. Vâscozitatea este responsabilă de scăderea unghiului de pulverizare și de corecta formă a picăturilor.

Temperatura afectează și ea vâscozitatea, tensiunea superficială și greutatea specifică a picăturii. O temperatură scăzută conduce la mărirea debitului de lichid prin duză.

Specific weight of spraying liquid

The effect of specific gravity on the flow through the nozzle is measured by the formula:

$$\text{Liquid flow rate} = \text{Water flow rate} \cdot \frac{1}{\sqrt{GS_{\text{lichid}}}} \quad (10)$$

$$\text{Water flow rate} = \text{Liquid flow rate} \cdot \sqrt{GS} \quad (11)$$

where GS_{lichid} is the specific weight of the liquid

Covering degree of jet and its impact

The coverage degree of the jet is the density or the number of impacts of spraying liquid on one cm^2 of foliage, and the elements for the degree of flow of the coating are shown in Figure 17. The index depends primarily of the width of the jet, which is given by the angle characteristic of the nozzle and compliance with the working pressure indicated by the manufacturer of the nozzle.

At the achievement of the jet characteristics, in addition to the pressure must be also assured the rate of supplying of spray heads and that's why the capacity of the pump must be set by 15 ... 20% greater than that resulted from calculations to ensure the nominal value of the spraying angle.

The impact is the measure of the jet on the specific surface. The impact is greater when returning the jet with deflectors because the division of the droplets in the air [15]. The effect of the impact will be in direct proportion to the pressure and the size of the droplets.

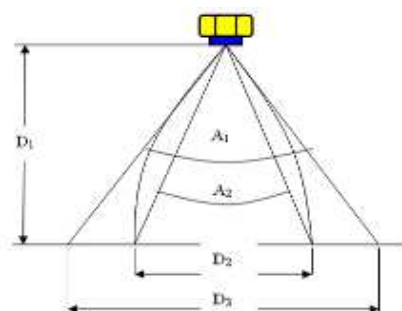


Fig. 17 - Elements of calculation of the jet coverage degree [15]

where: D_1 is the distance from the nozzle to the working surface; D_2 is the minimum distance of the jet action to the appropriate working pressure angle A_2 ; D_3 – is the width of the theoretical projection corresponding to the theoretical angle A_1 .

Liquid flow rate

In general, by flow rate is understood the volume of fluid passing in the unit of time through a section (or area) given of a stream. The flow rate through an area A is given by:

$$Q = \int_{(A)} \bar{v} d\vec{A} = \int_{(A)} v_n dA \quad (12)$$

where v_n is the normal component of velocity on the element of surface dA in the sense of selected reference. It is said that in the above flow rate Q called volume flow rate or volumetric flow, the amount of fluid is expressed by its volume. The mass of the volumetric flow passing per unit time through a section is called mass flow or massic flow rate and is calculated by the formula:

where ρ = fluid density.

In the case of a continuous moving fluid through a channel or a pipeline which is known the average speed in a section, can be determined the stream flow rate Q multiplying the average speed v_m with the size of area A in this section:

Greutatea specifică a lichidului de stropit

Efectul greutății specifice asupra debitului prin duză este măsurat cu formula:

în care GS_{lichid} reprezintă greutatea specifică a lichidului

Gradul de acoperire al jetului și impactul

Gradul de acoperire al jetului reprezintă densitatea sau numărul de impacturi ale lichidului de stropit pe un cm^2 de foliaj, iar elementele de calcul ale gradului de acoperire ale jetului sunt redată în figura 17. Acest indice depinde, în primul rând, de lățimea jetului, care este dată de caracteristica de unghi a duzei și respectarea presiunii de lucru indicată de constructorul duzei.

La realizarea caracteristicilor jetului, pe lângă presiune, trebuie asigurat și debitul de alimentare al capetelor de pulverizare și de aceea capacitatea pompei trebuie aleasă cu 15...20% mai mare decât cea reieșită din calcule pentru a asigura valoarea nominală a unghiului de pulverizare.

Impactul este măsura jetului pe suprafața specifică. Impactul este mare la întoarcerea jetului cu deflectoare datorită divizării picăturilor în aer [15].

Efectul impactului va fi direct proporțional cu presiunea și mărimea picăturilor.

unde: D_1 este distanța de la duză la suprafața de lucru; D_2 -distanța minimă de acțiune a jetului la presiunea de lucru corespunzătoare unghiului A_2 ; D_3 - lățimea proiecției teoretice corespunzătoare unghiului teoretic A_1 .

Debitul de lichid

In general prin debit se înțelege volumul de fluid care trece în unitatea de timp printr-o secțiune (sau suprafață) dată a unui curent. Debitul printr-o suprafață A este dat de relația:

în care v_n este componenta normală a vitezei pe elementul de suprafață dA în sensul de referință ales.

Se spune că în debitul de mai sus Q numit debit de volum sau debit volumic, cantitatea de fluid se exprimă prin volumul său. Masa debitului volumic care trece în unitatea de timp printr-o secțiune se numește debit de masă sau debit masic și se calculează cu formula:

$$M = \int_{(A)} \rho \bar{v} d\vec{A} \quad (13)$$

în care ρ = densitatea fluidului.

În cazul unui fluid în mișcare permanentă printr-un canal sau o conductă căreia i se cunoaște viteza medie într-o secțiune, se poate determina debitul curentului Q înmulțind viteza medie v_m cu mărimea suprafeței A în secțiunea respectivă:

In the case of spraying machines, the flow is the most important indicator of the quality of treatment.

The flow rate must be uniform throughout the length of the dispersion, as well as in the jet of a nozzle, and its calculation can be done based on the algorithm that is presented below. The area covered by the spraying machine is determined by the relation:

$$Q = A \cdot v_m \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (14)$$

where B_m is the working width and v_m - the travel speed.

$$S = 0,36 B_m \cdot v_m \text{ [ha/h]}. \quad (16)$$

During displacement the devices deliver an amount of solution:

$$q_s = n \cdot q, \text{ [l/min]} \quad (17)$$

where: n is the number of nozzles ; q - the nozzle flow rate
The norm N_s of the solution is given by the relation:

$$N_s = \frac{q_s}{60 \cdot B_m \cdot v_m} \text{ [l/m}^2\text{]} \quad (18)$$

or

$$N_s = \frac{10^4 \cdot q_s}{60 \cdot v_m} \text{ [l/ha]}. \quad (19)$$

From here the total liquid flow rate q_s :

De aici debitul total de lichid q_s :

$$q_s = \frac{60 \cdot N_s \cdot B_m \cdot v_m}{10^4} \text{ [l/min]} \quad (20)$$

The flow rate through a nozzle is determined by the relation:

Debitul printr-o duză se determină cu relația:

$$q = \frac{60 \cdot N_s \cdot B_m \cdot v_m}{10^4 \cdot n} \text{ [l/min]}, \quad (21)$$

where n is the number of spraying heads.

The variation of the flow rate on the working width allowed by agrotechnical rules is of (+2,45) ... (-4,5%).

The variation of the flow rate through a single nozzle is determined in terms of testing stand and is presented as a normal variation (is about a histogram) where the ends of the histogram flattens due to the coverage, so that the allowed variation is of 2...3%. In this case a nozzle flow calculation can be done with the relationship:

unde n reprezintă numărul capetelor de pulverizare.

Variația debitului pe lățimea de lucru permisă de normele agrotehnice este de (+2,45) ... (-4,5%).

Variația debitului printr-o singură duză se determină în condiții de stand de încercare și se prezintă ca o variație normală (este vorba de o histogramă) în care capetele histogramei se aplatizează datorită acoperirii, astfel că variația admisă este de 2...3%. În cazul acesta calculul debitului printr-o duză se poate face cu relația:

$$l/\text{minut} = \frac{l/\text{ha} \cdot \text{km}/\text{h} \cdot w}{60000} \quad (22)$$

It follows:

$$l/\text{ha} = \frac{6000 l/\text{min}}{\text{km}/\text{h} \cdot w} \quad (23)$$

where w is the distance between the nozzles [9].

unde w reprezintă distanța între duze [9].

CONCLUSIONS

Worldwide, the evolution of qualitative parameters of the process of spraying performed by the machines for applying phytosanitary treatments is very fast, due to chemical and agricultural research progress, as well as the current needs to reduce the specific consumption of pesticides, of fuel, of labor and reduction of the environmental pollution.

The uniformity of droplet distribution on the working width of the nozzle and respectively on the the working width of the machine is one of the most important qualitative indices in the application of phytosanitary treatments works. The shape, the dimensions of the nozzle bore, maintaining at a constant value of the operating pressure and the adjustment of height are key factors in the achieving uniformity of distribution of the droplets on the working width.

The factors that affect the achievement of the dose of product per hectare are the norm of liquid and the normal concentration of treatment. The normal concentration of treatment depends on the used product. In its determination,

CONCLUZII

Pe plan mondial, evoluția parametrilor calitativi ai procesului de pulverizare realizată de mașinile de aplicat tratamente fitosanitare este foarte rapidă, datorită progreselor industriei chimice și cercetărilor agricole, precum și necesităților actuale de reducere a consumurilor specifice de pesticide, de carburant, de forță de muncă și de reducere a poluării mediului.

Uniformitatea de distribuție a picăturilor pe lățimea de lucru a duzei și respectiv pe lățimea de lucru a mașinii este unul din indicii calitativi cei mai importanți în lucrările de aplicat tratamente fitosanitare. Forma, dimensiunile orificiului duzei, menținerea la valoarea constantă a presiunii de lucru și înălțimea de reglaj sunt factori determinanți în realizarea uniformității de repartitie a picăturilor pe lățimea de lucru.

Factorii care influențează realizarea dozei de produs la hectare sunt norma de lichid și concentrația normală de tratare. Concentrația normală de tratare este în funcție de produsul folosit. La stabilirea acesteia se ține seama de

are taken into account several factors: harmful organisms, the norm of the solution applied, the spraying system of the machine for the application of phytosanitary treatments, etc.

The norm of liquid is influenced by the uniformity of its distribution on the working width (the type of the nozzle and the system of stabilization of the spraying ramp) and by the uniformity of distribution of the liquid on the direction of movement of the spraying machine.

REFERENCES

- [1]. ASRO (1992) - ISO 5681:1992 - *Equipment for crop protection -- Vocabulary*;
- [2]. Bolintineanu Gh., Vlăduț V., Voicea I., Matache M., Savin L., Langenakens J. (2010) - *Integration of a monitoring and centralized warning system on technical equipment designed to phytosanitary treatments in the concept of precision agriculture*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 31, no. 2, pg. 55-62;
- [3]. Carafoli E., Constantinescu V. (1983) - *Incompressible fluid dynamics*, RSR Academy Publishing House;
- [4]. Diaconu N. (2001) - *Contributions to improving the working of equipment for the administration of plant protection substances, through the recovery of losses*, PhD thesis, Transylvania University, Brasov Romania;
- [5]. Dumitrașcu A., Manea D., Vartukapteinis K. (2011) - *Researches on the application of phytosanitary treatments with the controlled flow spraying machine MSDC 2000*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 34, nr. 2, pg. 29-36;
- [6]. Frăsineanu C., Stamate V. (2004) - *The influence of plant protection technical equipment constructive parameters on the quality of chemical treatments performed on crops (I)*, Mechanization of agriculture, no. 9;
- [7]. Nagy M., Coța C. (2006) - *Performance assessment of technical equipment for performing phytosanitary treatments in order to maintain their European standards - essential requirement in a sustainable agriculture*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), vol. 16, no. 1, pg. 71-78;
- [8]. Nagy M., Gângu V., Coța C., Cioica N., Fodorean G. (2008) - *The modernization of the phyto-sanitary machines with a view to improve type characteristics-essential component for sustainable agriculture*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), vol. 25, no. 2, pp. 205-211;
- [9]. Popescu M. (2007) - *Researches concerning the optimization of working qualitative indices of field crops sprayers*, PhD Thesis, Transylvania University of Brasov, Romania;
- [10]. Roberts D.A. (1978) - *Fundamentals of plant pest control*, W. H. Freeman Co., San Francisco, SUA;
- [11]. Rus Fl. (2009) - *Deviation of liquid droplets in phytosanitary treatments*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), vol. 28, no. 2, pg. 18-22;
- [12]. Rus Fl. (2008) - *Aspects concerning the deviation of liquid drops in phytosanitary treatments*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 24, nr. 1, pag. 51-55;
- [13]. Sin Gh. (2001) - *Modern technologies for field crops*, CERES Publishing House, Bucharest;
- [14]. Stahli W. (2003) - *Machines for applying foliar fertilization treatments and vegetable crops foliar fertilization*, Publishing House AGROPRINT, Timisoara;
- [15]. Velcescu B. (2004) - *Contributions to improve of working qualitative indices of airborne equipment applied treatment plant*, PhD Thesis, Transylvania University of Brasov;
- [16]. *** - *www.2012DOCTORAT2013RAPOARTEREFERAT_2\MATERIALE\Indice of foliar surface in intensive monitoring surfaces (level II) in Romania, estimated by direct and indirect methods (Rev_ pădur_).mht.*

mai mulți factori: organismele dăunătoare, norma de soluție administrată, sistemul de pulverizare al mașinii de aplicat tratamentele fitosanitare, etc.

Norma de lichid este influențată de uniformitatea de repartitie a acestuia pe lățimea de lucru (tipul duzei și sistemul de stabilizare al rampei de pulverizare) și de uniformitatea de repartitie a lichidului pe direcția de deplasare a mașinii de stropit.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. ASRO (1992) - ISO 5681:1992 - *Equipamente pentru protecția culturilor -- Vocabular*;
- [2]. Bolintineanu Gh., Vlăduț V., Voicea I., Matache M., Savin L., Langenakens J. (2010) - *Integrarea unui sistem de avertizare și monitorizare a echipamentelor tehnice destinate tratamentelor fitosanitare în conceptual agriculturii de precizie*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 31, nr. 2, pag. 55-62;
- [3]. Carafoli E., Constantinescu V. (1983) - *Dinamica fluidelor incompresibile*, Ed. Academiei RSR;
- [4]. Diaconu N. (2001) - *Contribuții la îmbunătățirea procesului de lucru al echipamentelor pentru administrat substanțe fitofarmaceutice, prin recuperarea pierderilor*, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania, Brașov România;
- [5]. Dumitrașcu A., Manea D., Vartukapteinis K. (2011) - *Cercetari asupra aplicării tratamentelor fitosanitare cu masina de pulverizat cu flux controlat MSDC 2000*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 34, nr. 2, pag. 29-36;
- [6]. Frăsineanu C., Stamate V. (2004) - *Influența parametrilor constructivi ai echipamentelor tehnice de protecția plantelor asupra calității tratamentelor chimice efectuate în culturile agricole (I)*, Mecanizarea agriculturii, nr. 9;
- [7]. Nagy M., Coța C. (2006) - *Evaluarea performanțelor echipamentelor tehnice destinate efectuării tratamentelor fito-sanitare, în scopul menținerii acestora la standarde europene - cerința esențială într-o agricultură durabilă*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 16, nr. 1, pag. 71-78;
- [8]. Nagy M., Gângu V., Coța C., Cioica N., Fodorean G. (2008) - *Modernizarea mașinilor de efectuat tratamente fito-sanitare în vederea îmbunătățirii componentelor esențiale caracteristice pentru agricultura sustenabilă*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 25, nr. 2, pag. 205-211;
- [9]. Popescu M. (2007) - *Cercetări privind optimizarea indicilor calitativi de lucru ai mașinilor de stropit culturile de câmp*, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, România;
- [10]. Roberts D.A. (1978) - *Principii fundamentale privind controlul insectelor daunatoare*, W. H. Freeman Co., San Francisco, SUA;
- [11]. Rus Fl. (2009) - *Devierea picaturilor de lichid în tratamentele fito-sanitare*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 28, nr. 2, pag. 18-22;
- [12]. Rus Fl. (2008) - *Aspecte privind devierea picaturilor de lichid în tratamentele fito-sanitare*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 24, nr. 1, pag. 51-55;
- [13]. Sin Gh. (2001) - *Tehnologii moderne pentru culturi de câmp*, Editura CERES, București;
- [14]. Stahli W. (2003) - *Mașini pentru aplicarea tratamentelor fitosanitare și fertilizarea foliară a culturilor legumicole*, Editura AGROPRINT, Timisoara;
- [15]. Velcescu B. (2004) - *Contribuții la îmbunătățirea indicilor calitativi de lucru ai echipamentelor aeropurtate de aplicat tratamente fitosanitare*, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov;
- [16]. *** - *www.2012DOCTORAT2013RAPOARTEREFERAT_2\MATERIALE\Indicele suprafeței foliare în suprafețe de monitoring intensiv (nivel II) din România, estimat prin metode directe și indirecte (Rev_ pădur_).mht.*

FACTORS INFLUENCING THE ARTIFICIAL COMPACTION OF AGRICULTURAL SOIL – A REVIEW

FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ COMPACTAREA ARTIFICIALĂ A SOLULUI AGRICOL – REVIEW

Asst. Prof. PhD. Stud. Eng. Ungureanu N.¹⁾, Prof. PhD. Eng. Voicu Gh.¹⁾, Prof. PhD. Eng. Biris S.Șt.¹⁾, PhD. Eng. Vlăduț V.²⁾, PhD. Stud. Eng. Matache M.²⁾, Ass. Prof. PhD. Eng. Ionescu M.¹⁾

¹⁾Politehnica University of Bucharest / Romania, ²⁾INMA Bucharest / Romania

Tel: 0724086492; E-mail: nicoletaung@yahoo.com

Abstract: *Compaction, currently recognized as the most difficult type of soil degradation, is a major problem of modern agriculture, with significant ecological and socio-economic consequences. In this paper is presented the current state of research conducted worldwide on the influence of various factors on agricultural soil compaction.*

Keywords: *soil, compaction, agricultural vehicle, tire, stress distribution.*

INTRODUCTION

Compaction of agricultural soils is a global concern, which affects several important soil functions, with environmental and socio-economical impact.

According to *Soil Science Society of America* (1996), soil compaction represents "the process by which the soil grains are rearranged to decrease void space and bring them into closer contact with one another, thereby increasing the bulk density" [13].

Soil compaction can occur naturally, as a consequence of particle size variability, soil moisture and soil formation processes, or artificially, when it is created by forces exerted from the traffic of agricultural machinery, tillage and animal trampling.

Long before the emergence of mechanized agriculture, soil compaction was encountered in the form of plough-pans [23]. Due to the intensive farming of crops and to the overuse of heavier machinery, the risk of soil compaction increased considerably.

Seen from an ecological perspective, soil compaction is one of the factors responsible for: erosion, landslides, flooding, leakage of pesticides and nutrients in groundwater, increasing of the emanations of N_2O , CH_4 and CO_2 . Soil compaction also causes some agronomic problems: inhibition of root development and plant growth, decreased crop production [19, 21, 22, 23].

In the literature is estimated that worldwide, by vehicle traffic on soil in unfavorable conditions, 68 million ha of soil became compacted [10], while in Europe, compaction is responsible for the degradation of about 33 million ha of soil [23]. Compaction affects 4 million ha of soil in Australia, 18 million ha in Africa and 10 million ha in Asia [12].

Regarding our country, approximately 2.8 million ha of arable soils are affected by natural compaction, while artificial compaction affects 6.7 million ha. More recent data shows that of the total surface of Romania's arable soils, 3761000 ha (38%) are reduced-moderately compacted, 2174000 ha (22%) strongly compacted and 556000 ha (6%) excessively compacted [7, 14].

Proper understanding of the causes of soil compaction is beneficial for the development of management strategies in order to avoid or remedy the effects of this phenomenon.

Since the remediation strategies of compacted soils are costly and often ineffective, it is recommended to

Rezumat: *Compactarea, recunoscută în prezent ca fiind cel mai dificil tip de degradare a solului, reprezintă o problemă majoră a agriculturii moderne, cu importante consecințe ecologice și socio-economice. În lucrare este prezentat stadiul actual al cercetărilor întreprinse la nivel mondial cu privire la influența diversilor factori asupra compactării artificiale a solului agricol.*

Cuvinte cheie: *sol, compactare, mașină agricolă, pneu, distribuție tensiuni*

INTRODUCERE

Compactarea solurilor agricole reprezintă o preocupare la nivel mondial, care afectează mai multe funcții importante ale solului, cu impact ecologic și socio-economic.

Conform *Soil Science Society of America* (1996), compactarea solului reprezintă "procesul prin care particulele de sol sunt rearanjate astfel încât se reduce spațiul ocupat de goluri, iar particulele solide sunt puse în contact, contribuind astfel la creșterea densității aparente" [13].

Compactarea solului poate apărea natural, ca o consecință a variabilității dimensionale a particulelor, a umidității și a proceselor de formare a solului, sau artificial, când este creată de forțele exercitate prin traficul vehiculelor agricole, lucrările solului și tranzitul animalelor.

Cu mult înaintea apariției agriculturii mecanizate, compactarea se întâlnea sub forma straturilor dense de sol sub adâncimea de lucru a plugului [23]. Datorită agriculturii intensive și a utilizării intense a mașinilor agricole din ce în ce mai grele, riscul compactării a crescut considerabil.

Din perspectivă ecologică, compactarea este unul dintre factorii responsabili de: eroziune, alunecări de teren, inundații, scurgerea pesticidelor și a nutrienților în apele subterane, creșterea emanațiilor de N_2O , CH_4 și CO_2 . Compactarea provoacă și probleme de ordin agronomic: inhibarea dezvoltării rădăcinilor și a creșterii plantelor, scăderea producției culturilor agricole [19, 21, 22, 23].

În literatură se estimează că la nivel mondial, prin traficul vehiculelor pe sol în condiții nefavorabile s-au compactat 68 mil ha sol [10], iar în Europa compactarea este responsabilă de degradarea a circa 33 mil ha sol [23]. Compactarea a afectat 4 mil ha sol în Australia, 18 mil ha în Africa și 10 mil ha în Asia [12].

În ceea ce privește țara noastră, aproximativ 2,8 mil ha teren arabil sunt afectate de compactare naturală și 6,7 mil ha de compactare artificială. Date mai recente arată că, din totalul solurilor arabile ale României, 3761000 ha (38%) sunt puțin-moderat compactate, 2174000 ha (22%) puternic compactate, iar 556000 ha (6%) excesiv compactate [7, 14].

Bună înțelegere a cauzelor compactării solului permite dezvoltarea strategiilor de management în scopul evitării sau remedierii efectelor acestui fenomen.

Deoarece strategiile de remediere a solurilor compactate sunt costisitoare și deseori ineficiente, se

apply some measures for the prevention or alleviation of soil compaction [9].

MATERIALS AND METHOD

The measures for reducing of soil compacting consist in: reducing ground pressure by decreasing axle load or by increasing the contact area between wheels and soil; reducing the number of passes of farm machinery on the soil surface; reducing the intensity and frequency of grazing; performing agricultural works at optimum soil moisture; adoption of a traffic system in controlled conditions, which limits the passage of vehicles on certain areas of the field; increasing the organic matter content of the soil by retaining crop residues; use of crop rotation; deep subsoiling works to remove compacted soil layers; using the minimum inflation pressure in radial tires, according to the recommendations of the manufacturers [13, 20].

RESULTS

There are many studies in literature which identified and described the influence of various factors on the artificial compaction of agricultural soil.

According to Gysi M. (2000), there are two categories of factors influencing the artificial compaction of soil. The first category is related to soil properties such as: structure, water content, bulk density and precompaction, while factors in the second category are related to the characteristics of mechanized agricultural works, such as: load (pressure) on the wheel, contact pressure and working parameters (repeated passes, vehicle speed and vibrations) [11].

In the studies developed by Larson et al. (1994), and Chamen et al. (2003) were identified the following factors of influence on soil compaction: soil type, soil moisture content, mass of agricultural machinery, speed of the agricultural machinery, number of passes and the contact pressure on the soil. These authors consider that the magnitude of compaction is given by the relationship between these factors and the frequency with which agricultural works are carried out [8].

According to Barik et al. (2014), soil compaction is influenced by: texture, moisture content, size of the external load, size of the tire, tire inflation pressure, tire slip, speed of advance of the vehicle and the number of passes on the soil [2]. After [3, 4], the artificial compaction of agricultural soil is influenced by six important factors (figure 1).

recomandă aplicarea unor măsuri de prevenire sau reducere a compactării solului [9].

MATERIALE ȘI METODĂ

Măsurile pentru reducerea compactării solului se referă la: reducerea presiunii pe sol prin micșorarea sarcinii axiale sau prin creșterea suprafeței de contact dintre roată și sol; reducerea numărului de treceri ale mașinilor agricole pe sol; reducerea intensității și frecvenței pășunatului; efectuarea lucrărilor agricole la umiditatea optimă a solului; adoptarea unui sistem de trafic în condiții controlate, care să limiteze trecerea vehiculelor pe anumite zone ale câmpului; creșterea conținutului de materie organică prin reținerea pe sol a reziduurilor agricole; folosirea rotației culturilor; efectuarea lucrărilor de subsolaj la mare adâncime pentru îndepărtarea straturilor compactate de sol; utilizarea presiunii minime în pneurile radiale, conform recomandărilor producătorilor [13, 20].

REZULTATE

Numeroase studii din literatură au identificat și au descris influența diversilor factori asupra compactării artificiale a solului agricol.

Gysi M. (2000) consideră că există două categorii de factori care influențează compactarea artificială a solului. Prima categorie se referă la proprietățile solului, precum: structura, conținutul de apă, densitatea aparentă și precompactarea, iar factorii din cea de-a doua categorie au legătură cu caracteristicile lucrărilor agricole mecanizate, precum: sarcina (presiunea) pe roată, presiunea de contact și parametrii de lucru (trecerile repetate, viteza mașinii și vibrațiile) [11].

În studiile realizate de Larson și alții (1994) și Chamen și alții (2003) au fost identificați următorii factori de influență asupra compactării solului: tipul solului, conținutul de apă din sol, masa mașinilor agricole, viteza de deplasare a mașinilor agricole, numărul de treceri pe sol și presiunea de contact pe sol. Autorii consideră că magnitudinea fenomenului de compactare este dată de relația dintre acești factori și de frecvența cu care sunt executate lucrările agricole [8].

După Barik și alții (2014), compactarea solului este influențată de: textură, conținut de umiditate, mărimea sarcinii exterioare, dimensiunea pneului, presiunea aerului din pneu, alunecarea pneului, viteza de înaintare a mașinii și numărul de treceri pe sol [2]. După [3, 4], compactarea artificială a solului agricol este influențată de șase factori importanți (figura 1).

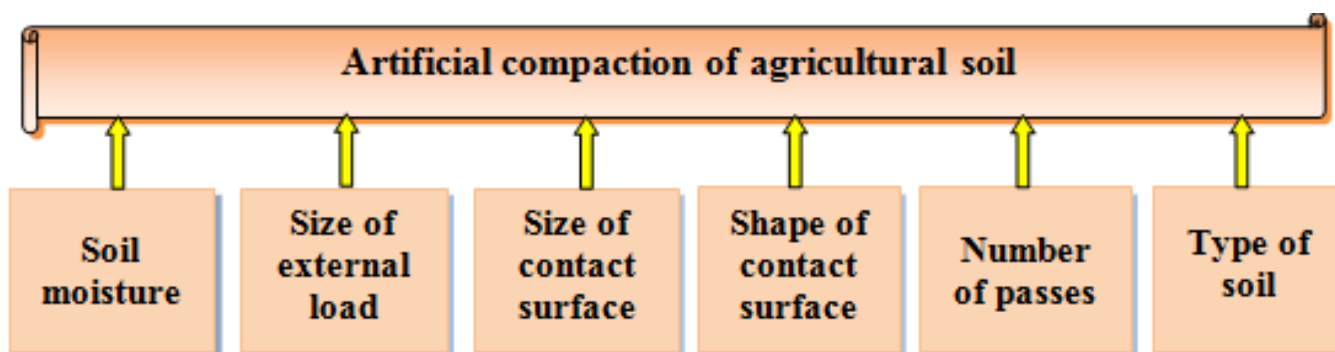


Fig. 1 – Main factors influencing soil compaction [3]

Although soil moisture, initial cone index, tire size, tire inflation pressure and the number of passings have a great influence on soil compaction, Canillas and Salokhe (2003) found that axle load and the number of passings are the most important factors which influence soil compaction [19].

Size of the external load

In intensive agriculture, compaction is highly influenced by the size of external load applied on the soil by agricultural vehicles. Many studies in literature prove that, particularly subsoil compaction, whose alleviation is difficult, was intensified by the trend of using higher and heavier machinery.

Tire of agricultural machinery applies stresses on soil surface. Size of external load determines the size of stress. The higher the external load is, the larger will be the depth at which stress is distributed in the soil. This increases the risk of long-term compaction and even of permanent compaction. As a reaction to the applied stress, soil is deformed, which leads to the degradation of its structure and porosity (figure 2).

Equipment used for tillage operations should be adapted to the bearing capacity of soil, by controlling the load on wheel and by using small inflation pressures. Trucks axle loads are usually around 6 tons in the front axle (single tires) and 17 tons in the rear tandem axle (with dual tires). Sugarcane trailers (two axles with dual tires) usually have excessive loads of 10 tons on each axle (front and rear) [16].

In order to avoid soil compaction below the normal depth of tillage operation (20-30 cm), literature recommends that the load size should not exceed 4-6 tons per single axle, for moist mineral soils, at tire inflation pressure of 50 kPa (Petelkau, 1984; Danfors, 1994). For tandem tires, Danfors (1994) proposed a limit of 8-10 tons on moist soils. On dry soils, axle load can be higher, without causing subsoil compaction [1].

Deși umiditatea solului, indicele de con inițial, dimensiunile pneului, presiunea de inflație a pneului și numărul de treceri au o influență majoră asupra compactării solului, Canillas și Salokhe (2003) au descoperit că sarcina exterioră și numărul de treceri sunt cele mai importante variabile care influențează compactarea [19].

Mărimea sarcinii exterioare

În agricultura intensivă, compactarea este influențată în mare măsură de mărimea sarcinii exterioare aplicată pe sol de către mașinile agricole. În literatură există numeroase studii care arată că, în special compactarea subsolului, a cărei ameliorare este dificilă, a fost exacerbată de tendința de a folosi utilaje din ce în ce mai mari și mai grele.

Pneul mașinii agricole exercită o tensiune pe suprafața solului. Mărimea sarcinii exterioare determină mărimea tensiunii. Cu cât sarcina exterioră este mai mare, cu atât adâncimea la care se propagă tensiunea în sol este mai mare. Astfel, crește riscul compactării pe termen lung și chiar al compactării permanente. Ca reacție la tensiunea aplicată, solul se deformează, ceea ce duce la degradarea structurii și porozității solului (figura 2).

Echipamentele agricole ar trebui adaptate la capacitatea portantă a solului, prin controlul încărcării pe roată și prin folosirea presiunilor de inflație scăzute. Sarcina exterioră a camioanelor este, de obicei, în jurul valorii de 6 tone pe puntea față (un singur pneu) și 17 tone pe puntea spate în tandem (cu pneuri duble). Remorcile pentru trestia de zahăr (două punți cu pneuri duble) au de obicei sarcini excesive de câte 10 de tone pe fiecare punte (față și spate) [16].

Pentru evitarea compactării solului sub adâncimea lucrării agricole de bază (20-30 cm), literatura recomandă ca mărimea sarcinii exterioare să nu depășească 4-6 tone pe o singură axă, pentru soluri minerale umede, la presiunea de inflație de 50 kPa (Petelkau, 1984; Danfors, 1994). Pentru pneurile în tandem, Danfors (1994) propune o limită de 8-10 tone pe solurile umede. Pe solurile uscate, sarcina exterioră poate fi ridicată, fără a provoca compactarea subsolului [1].

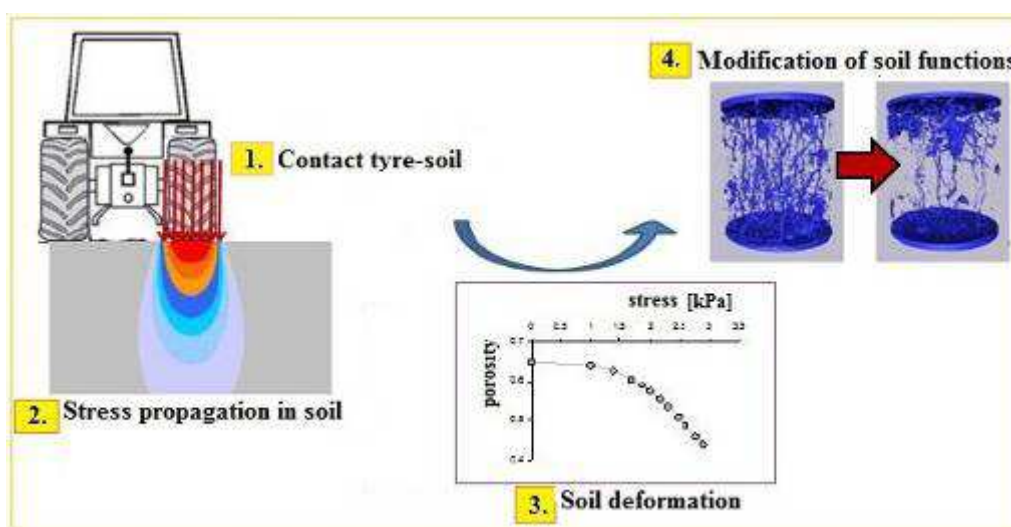


Fig. 2 – Stages of compaction, from soil stress to soil deformation and changes in structure and porosity [15]

Radford et al. (2000) studied the changes of some soil properties after the application of a load of 10 tons on the front axle and 2 tons on the rear axle, to a wet Vertisol. Compaction was mostly restricted to the top 20 cm of the soil, proved by the reduction in the number of pores per unit area in each of the three size ranges at both zero (soil surface) and 10 cm depth [13].

From the research conducted by Hammel (1994) on a silt loam soil, on which loads of 5, 10 and 20 tons were applied, it was observed the increase of bulk density and of cone index in the subsoil to depths of 75 cm, and these increases persisted for 3 years. 10 tons load didn't affected crop yield, but the 20 tons load reduced root growth and yield in dry years [20].

Soil moisture

Soil moisture is the main property affecting soil strength during compaction. As soil moisture increases, the strength of unsaturated soils decreases rapidly, thus increasing the potential of soil compaction. Saturated soils can't be compacted without water draining out from them [1].

Soil compaction and soil moisture are only significant when comparing soils of the same depth, as it is difficult to compare results from considerable variations between depths in the same soil profile and between profiles [13].

Using soil bulk density as indicator of compaction, Ishaq et al. (2001) showed that the vulnerability of soil to compaction increases with increasing water content up to a certain limit, and then it decreases with the increasing water contents (figure 3). The experiment was carried out in laboratory conditions, on sandy clay loam soil. It was found that the soil was compacted to its maximum capacity at a soil moisture content of 120 g/kg. Similar results were obtained from the experiments conducted by Smith et al. (1997), after the application of various pressures on 35 soils with different textures [18].

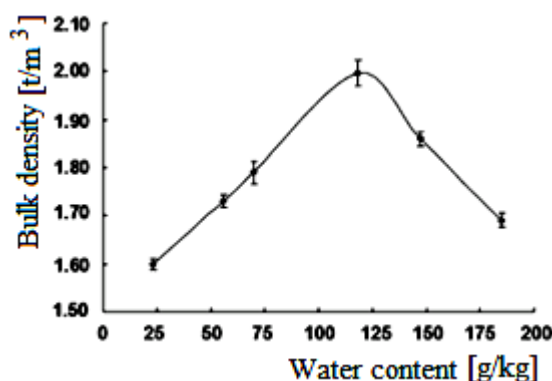


Fig. 3 – Variation of bulk density with soil water content [18]

Size and shape of the contact surface. Type of the rolling body

Area of the contact surface between the soil and the rolling body is known to have a great influence on the way stress is distributed in the soil.

Using dual tires is a method of increasing the soil surface over which the load is distributed. However, the increase of contact surface doesn't necessary mean the decrease of stress intensity in the soil, but the limitation of high stress distribution deeper in the soil (figure 4) [3].

From the measurement of pressures on the soil under dual tires it was observed that near soil surface (18 cm depth) similar pressures occur, while at depths of 50 cm

Radford și alții (2000) au studiat modificarea unor proprietăți ale solului după aplicarea unei sarcini de 10 tone pe roata față și 2 tone pe roata spate, pe un Vertisol umed. Compactarea s-a manifestat până la adâncimea de 20 cm, fapt dovedit prin reducerea numărului de pori pe unitate de suprafață în cele 3 game dimensionale, la 0 cm (suprafața solului) dar și la 10 cm adâncime [13].

Din studiile realizate de Hammel (1994) pe un sol fin argilos la aplicarea sarcinilor de 5, 10 și 20 tone, s-a observat creșterea densității aparente și a indicelui de con în subsol până la adâncimea de 75 cm, iar aceste creșteri au persistat 3 ani. Sarcina de 10 tone nu a afectat producția, însă cea de 20 tone a redus dezvoltarea rădăcinilor și producția în anii secetoși [20].

Umiditatea solului

Umiditatea este principala proprietate a solului care îi afectează rezistența în timpul compactării. Pe măsură ce crește umiditatea, rezistența solurilor nesaturate scade rapid, crescând astfel potențialul de compactare. Solurile saturate nu pot fi compactate fără drenarea apei din ele [1].

Compactarea solului și umiditatea solului sunt semnificative numai dacă se compară soluri cu aceeași adâncime, deoarece este dificilă compararea rezultatelor având în vedere variațiile considerabile între adâncimi în același profil de sol și între profiluri [13].

Folosind densitatea aparentă a solului ca indicator al compactării, Ishaq și alții (2001) au demonstrat că vulnerabilitatea solului la compactare crește cu mărirea conținutului de apă până la o anumită limită, după care începe să scadă cu creșterea conținutului de apă (figura 3). Experimentul s-a desfășurat în condiții de laborator, pe un lut argilo-nisipos. S-a putut observa că la un conținut de umiditate de 120 g/kg, s-a atins gradul maxim de compactare. Rezultate asemănătoare au obținut Smith și alții (1997), după aplicarea a diferite presiuni pe 35 soluri cu texturi diferite [18].

Mărimea și forma suprafeței de contact. Tipul organului de rulare

Aria suprafeței de contact dintre sol și organul de rulare are o influență majoră asupra modului de propagare a tensiunilor în sol.

Utilizarea pneurilor duble este o metodă de a crește suprafața solului pe care este distribuită încărcarea. Totuși, creșterea suprafeței de contact nu înseamnă neapărat scăderea intensității tensiunii în sol, ci limitarea distribuției tensiunilor mari în adâncime (figura 4) [3].

La măsurarea presiunilor pe sol sub pneuri duble s-a observat că la suprafața solului (18 cm adâncime) apar presiuni similare, în timp ce la adâncimi de 50 cm

the pressures are decreased by 50% when using dual tires instead of single tires [20].

Febo and Planeta (2000) have shown that in order to reduce compaction it is preferable to use of wider wheels fitted with radial tires, as opposed to the use of metal tracks or of diagonal-ply tires, which usually destroy the structure of arable layers. Tractors with rubber tracks led to higher compaction of topsoil, but in this case subsoil compaction is not very severe [13, 17].

presiunile sunt reduse cu 50% dacă se utilizează pneuri duble în loc de un singur pneu [20].

Febo și Planeta (2000) au arătat că pentru reducerea compactării este preferabilă utilizarea roților cu lățime mare, echipate cu pneuri radiale, comparativ cu utilizarea șenilelor de metal sau a pneurilor cu pliuri diagonale, care distrug în mai mare măsură structura straturilor arabile. Tractoarele cu șenile de cauciuc produc un grad mai mare de compactare a stratului superior al solului, însă șenilele nu compactează sever subsolul [13, 17].

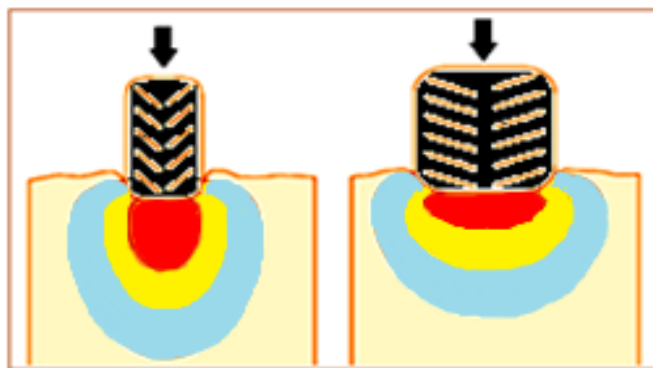


Fig. 4 – Size of contact surface influence on stress distribution [3]

Jansson and Johansson (1998) conducted a comparative study on the effects of using a wheeled vehicle and a tracked vehicle. Experimental data showed that, despite the fact that ruts produced by the wheels were deeper than the ones produced by tracked vehicle, changes in some soil properties (bulk density, penetration resistance, air permeability, hydraulic conductivity, porosity and pore size distribution) were similar, excepting in the layer of soil found at 5-10 cm depth. Soil bulk density decreased at the passage of wheeled vehicle and increased in case of tracked one, despite its lower contact pressure [13].

Increasing the number of axles under trailers could reduce the axle load on the soil surface and thus, reduce the soil contact stress. Bedard et al. (1997) discovered that oversized tires are more effective in reducing soil bulk density than increasing the number of axles from 2 to 3 [20].

Number of passes on the soil

The number of passes influences the number of soil loading events.

Experiments conducted on mineral soils shown that an increase in the number of passes in the same tracks produced increased subsoil compaction and increased depth of the compacted layer of soil, thus stress was distributed deeper in the soil (figure 5). Usually, the use of heavier agricultural vehicles reduces the number of passes / unit of soil area / work, due to the increased working width [1].

Pytko (2005) showed that the most evident deformation of the soil is caused by the first two passes of tractor tires and that soil deformation decreases during the following passes [13].

Jorajuria și Draghi (2000) found that ten passes of the agricultural vehicle on the soil is a critical number and that, beyond it, the advantages of using a light tractor are practically canceled. However, the first passage of the wheel causes the larger part of total soil compaction [13].

Jansson și Johansson (1998) au comparat utilizarea unui vehicul pe roți cu cea a unui vehicul pe șenile. Datele experimentale au arătat că, deși urmele produse de vehiculul pe roți au fost mai adânci decât cele ale vehiculului pe șenile, modificările produse de cele două vehicule asupra unor proprietăți ale solului (densitatea aparentă, rezistența la penetrare, permeabilitatea aerului, conductivitatea hidraulică, porozitatea, distribuția granulometrică a porilor) au fost similare, cu excepția stratului de sol aflat la 5-10 cm de la suprafață. Densitatea aparentă a scăzut la trecerea vehiculului pe roți și a crescut la trecerea celui pe șenile, deși presiunea de contact a acestuia este mai mică [13].

Creșterea numărului de osii sub remorci ar putea reduce sarcina exterioară de pe suprafața solului și astfel s-ar reduce presiunea de contact cu solul. Bedard și alții (1997) au descoperit că pneurile supradimensionale sunt mai eficiente în reducerea densității aparente a solului decât creșterea numărului de osii la 2 la 3 [20].

Numărul de treceri pe sol

Numărul de treceri influențează numărul solicitărilor asupra solului.

Experimentele realizate pe soluri minerale au arătat că prin creșterea numărului de treceri pe aceleași urme s-a produs creșterea gradului de compactare a subsolului și a adâncimii straturilor de sol compactate, deci tensiunile s-au propagat mai adânc în sol (figura 5). De obicei, prin folosirea mașinilor agricole grele se reduce numărul de treceri / unitate de suprafață de sol / lucrare, datorită lățimii mari de lucru [1].

Pytko (2005) a arătat că cea mai evidentă deformație a solului este provocată de primele două treceri ale tractorului cu pneuri, iar deformația solului scade la următoarele treceri [13].

Jorajuria și Draghi (2000) au observat că 10 treceri ale vehiculului pe sol reprezintă numărul critic peste care avantajele utilizării tractoarelor ușoare sunt practic anulate. Totuși, prima trecere a roții provoacă cea mai mare parte din compactarea totală a solului [13].

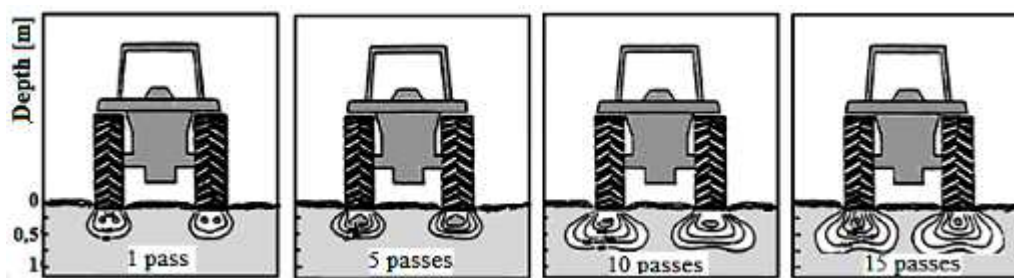


Fig. 5 – Influence of number of passes on stress distribution depth [3]

Canarache et al. (1984) found that, in Romanian soils, for an increase in bulk density of 100 kg/m^3 , maize yield decreased by 18%, compared to the yield obtained on non-compacted plots. Most of the changes in soil properties and in maize yield were recorded between 0 and 8-10 passes of the tractor, while with over 15-20 passes the changes became negligible [5].

Type of soil

The state of soil compaction can be evaluated by its bulk density, which is specific to the type of soil, depending on its texture.

Horn et al. (1995) show that soils susceptibility to compaction vary with their texture. Silt loam soils with low content of colloids are more susceptible to compaction than medium or fine textured loamy and clayey soils at low soil moistures, while the silt loam soils are slightly susceptible to compaction [18].

From the research conducted by Ellies et al. (2000) it was found that in a soil with coarse structure, the dominant direction of stress propagation is vertical, while in a soil with finer structure, stress propagation is multidirectional. Also, in soils with good structure (aggregated soils), compaction due to axle load does not occur at high depth [13, 17].

Tire inflation pressure

Tire inflation pressure influences the stress distribution in soil and the shape of the contact surface between the tire and the soil.

In agricultural soils, due to higher tire inflation pressures, smaller contact surfaces, at higher soil deformation, are formed and stresses are transmitted to greater depths in the soil. At lower inflation pressure, the tire deformation is larger, ground contact area increases, the average pressure in the contact patch is smaller, so the soil deforms less and the stress will propagate at shallower depths [3].

Studies carried out by Danfors (1994) showed that by reducing tire inflation pressure from 150 kPa to 50 kPa (for axle loads higher than 8 tons) was reduced the compaction of moist clay soils only down to a depth of 0.3-0.4 m, but not in the deeper layers of soil [1].

Arvidsson and Keller (2007) studied the influence of wheel loads (11, 15 and 33 kN) and tire inflation pressure (50, 75 and 150 kPa) on soil stress distribution. They found that of the two factors, tire inflation pressure has a high influence on the stress measured at 10 cm depth, while stress at over 30 cm depth in the subsoil is influenced by wheel load [5].

Perdok and Tijink (1990) and Wood and Burt (1987) conducted soil-bin experiments using 18.4-38 radial tires, on both firm and loose soils. In this study, tire inflation pressure was modified in the range of 110-140 kPa for the dynamic loads of 10 and 20 kN, in order to vary the ground pressure. It was found that tire inflation pressure is

Canarache și alții (1984) au descoperit că, în solurile din România, unei creșteri a densității aparente cu 100 kg/m^3 îi corespunde o scădere cu 18% a producției de porumb, comparativ cu producția obținută pe parcele necompactate. Majoritatea modificărilor proprietăților solului și ale producției de porumb s-au înregistrat între 0 și 8-10 treceri ale tractorului, iar la peste 15-20 treceri modificările au fost neglijabile [5].

Tipul de sol

Starea de compactare a solului poate fi evaluată prin intermediul densității aparente a acestuia, care este specifică fiecărui tip de sol, în funcție de textură.

Horn ș.a (1995) consideră că predispoziția solurilor la compactare variază în funcție de textură. Luturile fine cu conținut scăzut de coloizi sunt mai predispuse la compactare decât luturile cu textură medie sau fină și decât solurile argiloase la conținuturi mici de apă, iar solurile nisipoase sunt ușor mai predispuse la compactare [18].

Cercetările realizate de Ellies și alții (2000) au arătat că în solul cu textură grosieră, direcția predominantă de propagare a tensiunilor este verticală, iar în sol cu textură mai fină tensiunile se propagă multidirecțional. În solul bine structurat (sol agregat) compactarea datorată sarcinii exterioare nu s-a manifestat la adâncime mare [13, 17].

Presiunea de inflație a pneului

Presiunea din pneu influențează distribuția tensiunilor în sol și forma suprafeței de contact dintre pneu și sol.

În cazul solului agricol, datorită presiunilor mai mari în pneuri se formează suprafețe de contact mai mici, la deformări mai mari ale solului, iar tensiunile se transmit la adâncimi mai mari. La presiuni de inflație mai mici, pneul se deformează mai mult, suprafața de contact cu solul crește, presiunea medie în pata de contact este mai mică, deci solul se deformează mai puțin și tensiunile se propagă la adâncimi mai mici [3].

Studiile realizate de Danfors (1994) au arătat că prin reducerea presiunii de inflație de la 150 kPa la 50 kPa (pentru sarcini pe osie mai mari de 8 tone) s-a redus compactarea solurilor argiloase umede doar până la adâncimea de 30-40 cm, nu și în straturile mai adânci de sol [1].

Arvidsson și Keller (2007) au studiat influența sarcinii pe roată (11, 15 și 33 kN) și a presiunii de inflație (50, 75 și 150 kPa) asupra distribuției tensiunilor în sol. S-a observat că dintre cei doi factori, presiunea din pneu are mare influență asupra tensiunilor din sol măsurate la adâncimea de 10 cm, însă tensiunile la peste 30 cm în subsol sunt influențate de sarcina pe roată [5].

Perdok și Tijink (1990) și Wood și Burt (1987) au efectuat teste în canale de sol cu anvelope 18.4-38, atât pe soluri rigide cât și pe solurile arate. În acest studiu s-au folosit presiuni de inflație cuprinse între 110-140 kPa și sarcini dinamice de 10 și 20 kN, pentru a varia presiunea pe sol. S-a observat că presiunea din

responsible of the magnitude of the horizontal components of the forces in the centre of the contact area between the soil and tire, and the distribution of the dynamic weight at the edge of the contact area [6].

CONCLUSIONS

The compaction of agricultural soil is mainly caused by wheel traffic and exacerbated if heavy vehicles are used in unfavorable soil conditions.

The level of artificial compaction, induced by agricultural vehicles, depends on soil properties such as structure, texture, moisture content), the size of the external load, the contact pressure (which is determined by tire size, tire inflation pressure and external load) and the number of passes on the soil.

Artificial compaction of agricultural soil is an extremely complex phenomenon, and researches carried out so far worldwide for its assessment have not yet been able to fully explain the influence of each factor or the interdependence of these factors.

REFERENCES

- [1]. Alakukku L. (1999) - *Subsoil compaction due to wheel traffic*. Agricultural and Food Science in Finland, Vol 8: 333-351;
- [2]. Barik K., Aksakal E. L., Islam K. R., Sari S., Angin I. (2014) - *Spatial variability in soil compaction properties associated with field traffic operations*. Catena, 120, pg. 122-133;
- [3]. Biriş S. Şt. (2010) - *Mathematical modeling of agricultural soil compaction*. Editura Printech, Bucureşti;
- [4]. Biriş S. Şt., Ungureanu N., Maican E., Paraschiv G., Voicu Gh., Manea M. (2011) - *FEM model for the study of interaction between the driving wheel and the rolling track for agricultural vehicles*. 39th International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Croatia, Opatija, pg. 95-105;
- [5]. Botta G. F., Rivero D., Tourn M., Bellora Melcon F., Pozzolo O., Nardon G., Balbuena R., Tolon Becerra A., Rosatto H., Stadler S. (2008) - *Soil compaction produced by tractor with radial and cross-ply tyres in two tillage regimes*. Soil & Tillage Research 101, pg. 44-51;
- [6]. Botta G. F., Tolon-Becerra A., Tourn M., Lastra-Bravo X., Rivero D. (2012) - *Agricultural traffic: motion resistance and soil compaction in relation to tractor design and different soil conditions*. Soil & Tillage Research 120, pg. 92-98;
- [7]. Canarache A. (1990) - *Physics of agricultural soils*. Editura Ceres Publishing, Bucuresti, Romania;
- [8]. Chan K.Y., Oates A., Swan A.D., Hayes R.C., Dear B.S., Peoples M.B. (2005) - *Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil*. Soil and Tillage Research;
- [9]. Duiker S. W. *Soil Management – ch. 6*. Department of Crop and Soil Sciences, Penn State University;
- [10]. Flowers M. D., Lal R. (1998) - *Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwestern Ohio*. Soil Tillage Res., 48: 21-35;
- [11]. Gysi M. (2000) - *Soil compaction due to heavy agricultural wheel traffic*. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland;
- [12]. Hamza M.A., Anderson W. K. (2003) - *Response of soil properties and grain yields to deep ripping and gypsum application in a compacted loamy sand soil contrasted with a sandy clay loam soil in Western Australia*. Aust. J. Agric. Res., 54, pg. 273-282;

pneu determină magnitudinea componentelor orizontale ale forțelor în centrul suprafeței de contact dintre sol și pneu, dar și distribuția greutății dinamice pe conturul acestei suprafețe [6].

CONCLUZII

Compactarea solului agricol este cauzată în principal de traficul vehiculelor pe roți și este intensificată în cazul în care vehiculele grele sunt folosite în condiții nefavorabile de sol.

Nivelul de compactare artificială, indusă de vehiculele agricole, depinde de proprietățile solului (precum structura, textura, umiditatea), de mărimea sarcinii exterioare, de presiunea de contact (determinată de dimensiunile pneului, presiunea de inflație și sarcina exterioară) precum și de numărul de treceri pe sol.

Fenomenul de compactare artificială a solului agricol este unul extrem de complex, iar cercetările efectuate până în prezent pe plan mondial pentru aprecierea sa nu au reușit încă să lămurească în totalitate influența fiecărui factor determinant și nici interdependența acestor factori.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alakukku L. (1999) - *Compactarea subsolului prin traficul vehiculelor pe roți*. Agricultural and Food Science in Finland., Vol 8: 333-351;
- [2]. Barik K., Aksakal E. L., Islam K. R., Sari S., Angin I. (2014) - *Variabilitatea spațială a proprietăților compactării solului asociată cu traficul pe sol*. Catena, 120, pag. 122-133;
- [3]. Biriş S. Şt. (2010) - *Modelarea matematică a compactării solului agricol*. Editura Printech, Bucureşti;
- [4]. Biriş S. Şt., Ungureanu N., Maican E., Paraschiv G., Voicu Gh., Manea M. (2011) - *Model FEM pentru studiul interacțiunii dintre roata motoare și calea de rulare a vehiculelor agricole*. 39th International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Croația, Opatija, pag. 95-105;
- [5]. Botta G. F., Rivero D., Tourn M., Bellora Melcon F., Pozzolo O., Nardon G., Balbuena R., Tolon Becerra A., Rosatto H., Stadler S. (2008) - *Compactarea solului produsă de un tractor cu pneuri radiale și diagonal-radiale în două regimuri de lucru*. Soil & Tillage Research 101, pag. 44-51;
- [6]. Botta G. F., Tolon-Becerra A., Tourn M., Lastra-Bravo X., Rivero D. (2012) - *Traficul agricol: rezistența la deplasare și compactarea solului în funcție de designul tractorului și de diferite condiții de sol*. Soil & Tillage Research 120, pag. 92-98;
- [7]. Canarache A. (1990) - *Fizica solurilor agricole*. Editura Ceres, Bucuresti, Romania;
- [8]. Chan K.Y., Oates A., Swan A.D., Hayes R.C., Dear B.S., Peoples M.B. (2005) - *Consecințele agronomice ale compactării unui sol argilos de către un tractor pe roți*. Soil and Tillage Research;
- [9]. Duiker S. W. *Managementul solului – capitolul 6*. Department of Crop and Soil Sciences, Penn State University;
- [10]. Flowers M. D., Lal R. (1998) - *Efectele sarcinii axiale și ale lucrării solului asupra proprietăților fizice și producției de soia pe un sol molic din N-V statului Ohio*. Soil Tillage Res., 48: 21-35;
- [11]. Gysi M. (2000) - *Compactarea solului prin traficul mașinilor agricole grele*. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland;
- [12]. Hamza M.A., Anderson W. K. (2003) - *Răspunsul proprietăților solului și producției de cereale la scarificarea adâncă și aplicarea gipsului pe un sol luto-nisipos compactat, comparativ cu un sol argilo-nisipos în vestul Australiei*. Aust. J. Agric. Res., 54, pag. 273-282;

[13]. Hamza M.A., Anderson W.K. (2005) – *Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions*. Soil&Tillage Research 82: 121-145;

[14]. Jităreanu G. (2007) – *Influence of conventional soil tillage on sustainability and biodiversity of agricultural ecosystems – Research report*, U.S.A.M.V „Ion Ionescu de la Brad”, Iași;

[15]. Keller T., Lamandé M. (2012) - *From soil stress to soil deformation: current state of the research*. NJF Report, *Soil compaction – effects on soil functions and strategies for prevention*. Vol. 8, no. 1. Seminar 448. Helsinki, Finland;

[16]. Lozano N., Rolim M.M., Oliveira V.S., Tavares U.E., Pedrosa E.M.R. (2013) – *Evaluation of soil compaction by modeling the agricultural vehicles traffic with SoilFlexla with harvesting sugar cane*. Soil & Tillage Research. 129: 61-68.

[17]. Mari G. R., Changying Ji. (2008) - *Influence of agricultural machinery traffic on soil compaction patterns, root development, and plant growth, overview*. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 3 (1): 49-62;

[18]. Nawaz M. F., Bourrié G., Trolard F. (2012) - *Soil compaction impact and modelling. A review*. Agron. Sustain. Dev. Springerlink;

[19]. Ohu J. O., Mamman E., Dammo M.N. – *Effect of load application on some physical properties of Firgi Vertisol* (iworx5.webxtra.net);

[20]. Raper R. L. (2005) – *Agricultural traffic impacts on soil*. Journal of Terramechanics 42: 259-280, Elsevier;

[21]. Rashidi M., Gholami M., Ranjbar I., Abbasi S. (2010) – *Finite Element Modeling of Soil Sinkage*. American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci. 8(3): 292-300;

[22]. Taghavifar H., Mardani A. (2014) – *Prognostication of vertical stress transmission in soil profile by adaptive neuro-fuzzy inference system based modeling approach*. Measurement 50: 152-159;

[23]. Țopa D., Ailincăi C., Jităreanu G. (2011) – *Soil compaction influence on winter wheat yield and soil physical properties*. Lucrări Științifice Publishing, vol. 54, No. 2: 306-310, Agronomie series;

[24]. Van den Akker J.J.H., Canarache A. (2001) - *Two European concerted actions on subsoil compaction*. Landnutzung und Landentwicklung/ Land Use and Development. Vol. 42 (1), pg. 15-22.

[13]. Hamza M.A., Anderson W.K. (2005) – *Compactarea solului în sistemele agricole. O trecere în revista al naturii, cauzelor și posibilelor soluții*. Soil&Tillage Research 82: 121-145;

[14]. Jităreanu G. (2007) – *Influența sistemelor neconvenționale de lucrare a solului asupra durabilității și biodiversității ecosistemelor agricole – Raport de cercetare*, U.S.A.M.V „Ion Ionescu de la Brad”, Iași;

[15]. Keller T., Lamandé M. (2012) - *De la tensiunea solului la deformare: stadiul actual al cercetărilor*, Raport NJF. *Compactarea solului – efecte asupra funcțiilor solului și strategii de prevenire*. Vol. 8, no. 1. Seminar 448. Helsinki, Finlanda;

[16]. Lozano N., Rolim M.M., Oliveira V.S., Tavares U.E., Pedrosa E.M.R. (2013) – *Evaluarea compactării solului prin modelarea traficului vehiculului agricol cu SoilFlexla recoltarea trestiei de zahăr*. Soil & Tillage Research. 129: 61-68.

[17]. Mari G. R., Changying Ji. (2008) - *Influența traficului mașinilor agricole asupra modelelor de compactare a solului, dezvoltării rădăcinilor și creșterii plantelor, review*. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 3 (1): 49-62;

[18]. Nawaz M. F., Bourrié G., Trolard F. (2012) - *Impactul și modelarea compactării solului. Review*. Agron. Sustain. Dev. Springerlink;

[19]. Ohu J. O., Mamman E., Dammo M.N. – *Efectul sarcinii aplicate asupra unor proprietăți ale unui Vertisol din Firgi* (iworx5.webxtra.net);

[20]. Raper R. L. (2005) – *Impactul traficului agricol asupra solului*. Journal of Terramechanics 42: 259-280, Elsevier;

[21]. Rashidi M., Gholami M., Ranjbar I., Abbasi S. (2010) – *Modelarea cu elemente finite a afundării solului sub încărcări multiple*. American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci. 8(3): 292-300;

[22]. Taghavifar H., Mardani A. (2014) - *Pronosticarea transmiterii tensiunii verticale în profilul de sol printr-o abordare de modelare bazată pe sistemul adaptiv neuro-fuzzy*. Measurement 50: 152-159;

[23]. Țopa D., Ailincăi C., Jităreanu G. (2011) – *Influența compactării solului asupra producției de grâu de iarnă și asupra proprietăților solului*. Lucrări Științifice vol. 54, Nr. 2: 306-310, seria Agronomie;

[24]. Van den Akker J.J.H., Canarache A. (2001) - *Două acțiuni europene concentrate asupra compactării subsolului*. Landnutzung und Landentwicklung/ Land Use and Development. Vol. 42 (1), pag. 15-22.

ASPECTS REGARDING THE CULTURE TECHNOLOGY AND MEASURES FOR CULTURE DISEASES AT CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS*) IN GREENHOUSES

ASPECTE PRIVIND TEHNOLOGIA DE CULTURĂ ȘI MĂSURI DE COMBATERE A BOLILOR LA CULTURILE DE CASTRAVEȚI (*CUCUMIS SATIVUS*) DIN SERE

Eng. Grigore I.¹⁾, PhD. Eng. Marin E.¹⁾, PhD. Eng. Sorică C.¹⁾, PhD. Eng. Mateescu M.¹⁾,
PhD. Eng. Popescu C.²⁾, PhD. Eng. Caba Ioan³⁾

¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾SC HOFIGAL SA / Romania; ³⁾MUNAX SRL Timișoara / Romania
Tel: 0721.505.338; E-mail: ionica_grigore2001@yahoo.com

Abstract: This paper aims to offer a rich and updated information regarding the issues of culture and combating diseases and pests at cucumbers (*Cucumis sativus*) cultivated in greenhouses. This paper is addressed to specialists, farmers in big exploitations, as well as gardeners and vegetable growers in family gardens, highlighting the most important links and the appropriate measures to take for achieving quality products in favorable economic conditions.

Keywords: technology, cucumbers, diseases, pests, greenhouses

INTRODUCTION

The cucumber (*Cucumis sativus*) (fig. 1) is a vegetable plant from Cucurbitaceae family which includes courgette, pumpkin, yellow and green watermelon, etc., and it is widely grown. It comes from India and is cultivated in tropical and temperate regions. It is cultivated in many varieties, due to the diversity of the fruit. The plant is a vine creeping cucumber 1.5 ... 2 m length, which grows by clinging to the trellis or other support structures using its curved needles. The plant has large leaves covering the fruit. It is cylindrical, elongated, with rounded edges and can grow up to a maximum of 60 cm, with a diameter of 10 cm [12].

In Romania the cucumber contains 95% water, carotenoids, vitamins A, B, C, fibers, calcium salts, iron, sulfur, magnesium, phosphorus, sodium, potassium, mucilage and erepsine and it is cultivated in greenhouses and intense crops.

Rezumat: Prezenta lucrare își propune ca să ofere o informație cât mai bogată și actualizată asupra unor aspecte de cultură și combaterii bolilor și dăunătorilor la castraveții (*Cucumis sativus*) cultivați în sere. Lucrarea se adresează atât specialiștilor, fermieri în exploatații mai mari, cât și grădinarilor și cultivatorilor de legume din grădinile familiale, evidențiind verigile cele mai importante și măsurile ce se impun pentru obținerea unor produse de calitate și în condiții economice avantajoase.

Cuvinte cheie: tehnologie, castraveți, boli, dăunători, seră

INTRODUCERE

Castravetele (*Cucumis sativus*) (fig. 1) este o plantă legumicolă din familia Cucurbitaceae care include dovlecelul, dovleacul, pepenele galben și cel verde etc., și este cultivat pe scară largă. Provine din India și este cultivat în regiuni tropicale și temperate. Se cultivă în numeroase varietăți, datorită diversității fructelor. Planta de castravete este o viță târătoare de 1,5...2 m lungime, care crește agățându-se pe spaliere sau alte structuri de susținere cu ajutorul cârceilor. Planta are frunze mari care acoperă fructul. Acesta este cilindric, alungit, cu margini rotunjite și poate crește până la maximum 60 cm, cu un diametru de 10 cm [12].

În România castravetele, care conține 95% apă, carotenoide, vitamine A, B, C, fibre, săruri de calciu, fier, sulf, magneziu, fosfor, sodiu, potasiu, mucilagii și erepsină, este cultivat în sere și culturi intense.



Fig. 1 - Cucumber (*Cucumis sativus*) [6]

The cucumber is an annual plant and needs heat and it is sensitive to freezing temperatures in an earlier stage than most vegetables. It is a creeping stem plant and is often grown up on support frames or trellises. The leaves are hairy and have 3 ... 5 lobes; branches starting from the leaves to support the climbing. Plants are typically mono (male and female flowers on separate plants), but a number of systems show variety of sex differentiation. Female flowers are yellow, with 5 petals and develop a cylindrical fruit for harvesting, which can reach 60 centimeters in length and 10 centimeters in diameter. Color may vary from green to yellow and whitish, and some fruits have many varieties or are bicolored with longitudinal stripes from stem to apex, [11].

MATERIALS AND METHOD

The cucumber is one of the most sensitive crop plants in terms of climatic factors. It is a very particular vegetable species which has a high sensitivity to heat and humidity from the soil and air. Knowing the requirements of each of cucumber species to environmental factors (heat, light, air, gas, water and soil), and especially their influence upon them is of particular importance because the technology used for their control may intervene in close accordance with the agro-technical requirements.

A normal fructification takes place within temperatures of 18 ... 35° C. At temperatures above 35° and below 18°, plant growth ceases and at a temperature of 12°, extended for several days, the haulms will be chopped down from the plants to the ground and will fall and perish. Variations in temperature are also very harmful to cucumbers. The light is more intense, cucumbers resist higher temperature within the limits mentioned and vice versa, at night when light is missing or in cloudy days when light is poor, the temperature should also be lower.

Also, at various phases of vegetation the temperature requirements are also different. Table 1 shows the optimum temperatures for the vegetation phases:

Castravetele este o plantă anuală, care are nevoie de căldură și este sensibilă la îngheț, într-un stadiu mai mare decât cele mai multe legume. Este o plantă târâtoare stem și este adesea crescut pe cadre de susținere sau spaliere. Frunzele sunt păroase și au 3...5 lobi; ramificații pornesc de la frunze pentru suport de câțărare. Plantele sunt, de obicei, monoice (flori masculine și feminine pe plante separate), dar soiurile arată o serie de sisteme de diferențiere de sexe. Florile de sex feminin sunt de culoare galbenă, cu 5 petale și dezvoltă un fruct cilindric, care poate atinge 60 de centimetri în lungime și 10 centimetri în diametru. Culoarea variază de la verde la galben și la albicioasă și la multe soiuri, fructele sunt bicolore cu dungi longitudinale de la stem la apex. [11]

MATERIALE ȘI METODĂ

Castravetele se numără printre cele mai sensibile plante de cultură, în ceea ce privește factorii climatici. Este o specie legumicolă foarte pretențioasă la căldura și umiditatea din sol și aer. Cunoașterea cerințelor fiecărei specii de castraveți față de factorii de mediu (căldură, lumină, aer, gaze, apă și sol.) și mai ales a influenței acestora asupra lor, prezintă o importanță deosebită deoarece prin tehnologia aplicată se poate interveni pentru dirijarea lor în strânsă concordanță cu cerințele agrotehnice.

O fructificare normală, are loc în limita temperaturilor de 18...35°C. La temperaturi de peste 35° și sub 18°, creșterea plantelor încetează, iar la o temperatură de 12°, prelungită mai multe zile, vreji se retează de la fața solului și plantele cad și pier. Variațiile mari de temperatură, de asemenea, sunt foarte dăunătoare castraveților. Cu cât lumina este mai intensă, castraveții suportă temperatura mai ridicată, în limitele amintite și invers, noaptea, când lumina lipsește sau în zilele noroase, când lumina este slabă, temperatura trebuie să fie de asemenea mai scăzută.

De asemenea, la diferite faze de vegetație cerințele față de temperatură sunt și ele diferite. În tabelul 1 este prezentă temperatura optimă, pe faze de vegetație:

Table 1

The optimum temperature, per vegetation phase for cucumber cultures

	Temperature [°C]
During the seed germination	32
After emergence	18...20
At plantation	32
during vegetative growth: in sunny days	25...28
during vegetative growth: in cloudy days	20
during the fruition phase	25...28

These requirements must be taken into consideration when cucumber culture is grown in greenhouses where temperature factor can be dictated. [7]

RESULTS

Cucumbers, although they grow and produce under less light and shorter days in spring and autumn, are still pretentious to light. Their vegetation period, their development from emergence until fruition and their productivity are closely related to light factor. Assimilation and therefore feeding the plant depend on light intensity. Plant nutrition begins at the light intensity of 400 ... 500 lux (less light), but it only intensifies if the brightness is exceeding 1000 lux (light moderate). With more light the plants have even since the seedling stage, the growth and development is active, developing better, faster, coming to fruition soon and give higher production [8].

De aceste cerințe trebuie să se țină seama atunci când cultura castraveților se face în sere unde factorul temperatură se poate dirija. [7]

REZULTATE

Castraveții, deși cresc și produc și în condiții de lumină mai puțină și zi mai scurtă, primăvara și toamna, sunt totuși pretențioși față de lumină. Durata perioadei lor de vegetație, a dezvoltării lor de la răsărire până la fructificare și productivitatea lor sunt strâns legate de factorul lumină. Asimilația și deci hrănirea plantei depinde de intensitatea luminii. Planta începe procesul de nutriție la o intensitate a luminii de 400...500 lux (lumina slabă), dar el se intensifică abia când luminozitatea depășește 1000 lux (lumina moderată). Cu cât plantele au lumină mai multă încă începând din faza de răsad, cu atât creșterea și dezvoltarea lor este mai activă, se dezvoltă mai bine, mai repede, ajung la fructificare mai curând și dau producții mai mari. [8]

Planting cucumbers at small distances side by side, will reduce the amount of light which each plant requires, no light will obviously have a negative impact on flowers and fruits. Result: small and less developed fruits (fig. 2). [3]



Fig. 2 - The negative impact for the lack of light on the cucumber fruit grown under glass [3]

The soil humidity has a decisive role in the culture of cucumbers. Optimal environment for the development and fruition of cucumbers is a warm and stationary moist air. Cucumber crop grows well in soils with a humidity of 70 ... 80% out of field capacity.

A too high humidity of the soil will cause illness to the plants, rotting fruit and reduced production. Prolonged insufficiency of moisture in the soil, given the cucumbers superficial root system that can not benefit from the depth of soil moisture leads to stagnation in growth of plants, fruiting termination, deformation and also yellow fruits and bitter taste appearance.

Care must be made to maintain soil moisture in a constant state all the time, especially during vegetative development until the early harvest. Cucumbers also require high atmospheric humidity, up to 80 ... 90%. This is done in greenhouses by watering or heavy watering intervals. [8]

General aspects regarding the diseases of cucumbers grown in greenhouses

Any disorder that occurs in the structure and functions of the organism, under the influence of a pathogen or any other factor, followed by biochemical, physiological, cytological, histological, anatomical and morphological modifications is called disease. For accurate diagnosis of disease symptoms detailed knowledge is required, which is the main macroscopic criterion and presents various forms of the disease over time. All visible changes occurred in the pathogenesis, form a picture of the disease, symptomatically.

The evolution of the disease process should be viewed in the context of the interaction between host plant - pathogen - external factors. After etiology (cause of disease) diseases are grouped into non-communicable diseases (physiological) and infectious diseases (parasitic). Non-infectious diseases are caused by the action of unfavorable environmental factors (edaphic, climatic) or inadequate culture technology. Infectious diseases are caused by phytopathogens [2].

In general, the intensity of the attack and the amount of damage caused by the disease are higher in the cucumber crops grown in greenhouses, where the emergence and development are favored by artificial environmental conditions. Agents causing diseases in cucumbers can be in a number of three types: viruses, mushrooms and bacteria.

Plantarea castraveților la distanțe mici, unul lângă altul, va reduce din cantitatea de lumina necesară fiecărei plante, lipsa luminii va influența negativ asupra florilor și evident asupra fructelor. Rezultat: fructe mici și mai puțin dezvoltate (fig. 2). [3]

Umiditatea solului are un rol hotărâtor în cultura castraveților. Mediul optim pentru dezvoltarea și fructificarea castraveților este un mediu cald, umed și cu aer staționar. Cultura castraveților dă rezultate bune în soluri cu o umiditate de 70...80 % din capacitatea de câmp.

O umiditate prea mare a solului provoacă îmbolnăvirea plantelor, putrezirea fructelor și scăderea producției. Insuficiența prelungită a umidității din sol, dat fiind sistemul radicalar superficial al castraveților, care nu pot beneficia de umiditatea din adâncime a solului, duce la stagnarea în vegetație a plantelor, încetarea fructificării, deformarea și îngălbenirea fructelor formate și apariția gustului amar.

O grijă deosebită trebuie depusă pentru menținerea solului într-o stare de umiditate cât mai constantă tot timpul, în special în perioada dezvoltării vegetative, până la începutul recoltărilor. Castraveții cer de asemenea umiditate atmosferică ridicată, până la 80...90 %. Aceasta se realizează în sere prin udări sau udarea abundentă a intervalelor. [8]

Aspecte generale privind bolile castraveților cultivați în sere

Orice tulburare care apare în structura și funcțiile unui organism, sub influența unui agent patogen sau de alta natură, urmată de modificări biochimice, fiziologice, citologice, histologice, anatomice și morfologice, poartă denumirea de boală. Pentru diagnosticarea cu precizie a unei boli este necesară cunoașterea detaliată a simptomelor, care reprezintă principalul criteriu macroscopic și care prezintă diferite forme în evoluția bolii în timp. Totalitatea modificărilor vizibile survenite în procesul de patogeneză, alcătuiesc tabloul simptomatologic al bolii.

Evoluția procesului patologic trebuie privită în contextul interacțiunii dintre planta gazdă - agentul patogen - factorii externi. După etiologie (cauza bolii) bolile sunt grupate în boli neinfecțioase (fiziologice) și boli infecțioase (parazitare). Bolile neinfecțioase sunt cauzate de acțiunea nefavorabilă a factorilor de mediu (edafici, climatici) sau tehnologiei de cultură necorespunzătoare. Bolile infecțioase sunt provocate de agenți fitopatogeni [2].

În general, intensitatea atacului și volumul pagubelor pricinuite de bolile castraveților sunt mai mari la culturile din sere, unde apariția și dezvoltarea acestora sunt favorizate de condițiile artificiale de mediu. Agenții care provoacă bolile la castraveți pot fi de trei feluri: virusi, ciuperci și bacterii.

Among the viral diseases which includes the *mosaic of cucumbers* which is the most dangerous disease in this category because it attacks the young leaves and in some cases the fruits also (fig. 3). *Cucumis virus* is caused by one virus, which is transmitted by insects. On the diseased leaves appear mottled spots and light wrinkles. Attacked fruits turn into yellow and get deformed, production is compromised. Mosaic illness may occur after 45 ... 50 days after planting. Low temperature during the day, favors the attack on leaves and stems, and high temperatures (over 27°C) favor the disease on fruit. [4] Measures to be taken have a preventive nature. The seeds should be disinfected before sowing. Temperature correction help prevent mosaic.

Dintre bolile virotice se numără și *mozaicul castraveților* care este cea mai periculoasă boală din această categorie din cauză că atacă frunzele tinere și în unele cazuri și fructele (fig. 3). Este provocat de *Cucumis virus 1*, care se transmite prin intermediul insectelor. Pe frunzele bolnave apar pete marmorate și ușoare încrețituri. Fructele atacate se îngălbenesc și se deformează, producția fiind compromisă. Îmbolnăvirile de mozaic pot apărea după 45...50 zile de la plantare. Temperatura scăzută ziua, favorizează atacul pe frunze și tulpini, iar temperaturile ridicate (peste 27°C) favorizează apariția bolii pe fructe. [4]

Măsurile ce trebuie luate sunt de natura preventivă. Semințele trebuie dezinfectate înainte de semănat. Corectarea temperaturii contribuie la prevenirea mozaicului.



Fig. 3 - The cucumber mosaic [4]



The most wide spread fungal diseases are anthracnose and cucumber downy mildew.

Anthracoze (fig. 4) is caused by the fungus *Coletotrichum lagenarium* and it attacks the fruit, stem and leaves. Barely emerged plants appear with brown-blackish spots on cotyledons. The leaves develop brown spots that expand, come together and tear leaf. On the underside there is a reddish mold. Fruits attacked have the same symptoms. In these spots are located bacteria that cause fruit rot eventually. Disease transmission is by seed. Seed treatment is the only means of preventing the cultural hygiene. The seeds are disinfected before seeding sublimed (1 g in 1 liter of water for 10 minutes). Spraying with 1% Bordeaux mixture to prevent the spread of the disease. The fungus overwinters in plant debris. Control measures during the growing season are conducting chemical treatments with Dithane M45, which is best known contact fungicide. [5]

Cele mai răspândite boli provocate de ciuperci sunt: antracnoza și mana castraveților.

Antracnoza (fig. 4) este provocată de ciuperca *Coletotrichum lagenarium* și atacă fructele, tulpina și frunzele. La plantele abia răsărite apar pete de culoare brun-negricioasă pe cotiledoane. Pe frunze apar pete cafenii care se măresc, se împreunează și frunza se sfâșie. Pe fața inferioară apare un mucegai roșiat. Fructele atacate prezintă aceleași simptome. În aceste pete se localizează bacterii care provoacă în final putrezirea fructelor. Transmiterea bolii se face prin sămânță. Tratarea semințelor este singurul mijloc de prevenire prin igienă culturală. Semințele se dezinfectează înainte de semănat cu sublimat (1 g la 1 litru apă timp de 10 minute). Stropirile cu zeama bordelează 1% la apariția bolii împiedică răspândirea. Ciuperca iernează în resturile de plante. Măsurile de combatere în perioada de vegetație sunt efectuarea unor tratamente chimice cu Dithane M45 care este cel mai cunoscut fungicid de contact. [5]



Fig. 4 - The cucumber anthracnose [9]

Cucumbers mildew is caused by the fungus (*Pseudoperonospora cubensis* sin. with *Cubensis Peronoplasmopara*). The morphology of the fungus *Pseudoperonospora cubensis* is shown in Figure 5 which has a mushroom spawn more branched, expanding intercellular tissue spaces. From the spawn it get out through ostiola stomata. Dissemination of conidia is done using air currents, rain water through the gears, of the clothing. Once they arrived on host plant leaves, they germinate in water droplets and produce zoospore, which, after swimming in the infected water will start emitting filaments that penetrate the tissue through stomata.

The infection occurs within 24 hours. The incubation period lasts 4 ... 5 days. Over winter, the fungus resists as yellow, spherical spores. In spring, after decomposition, zoospore tissue will germinate and give rise to numerous zoospores, producing primary infections. Sometimes conidia remain viable on haulms in greenhouse crops, from where they spread to field crops. The conidia can survive the high temperatures up to 40 °C [1].

Mana la castraveți este cauzată de ciuperca (*Pseudoperonospora cubensis* sin. cu *Peronoplasmopara cubensis*). Morfologia ciupercii *Pseudoperonospora cubensis* este prezentată în figura 5. Ciuperca prezintă un miceliu mult ramificat, care se dezvoltă în spațiile intercelulare ale țesuturilor. De pe miceliu ies prin ostiola stomatelor. Diseminarea conidiilor se face cu ajutorul curenților de aer, al apei de ploaie, prin intermediul uneltelor, al îmbrăcămintelor. Ajunse pe frunzele plantelor-gazde, ele germinează în picături de apă și produc zoospori, care, după ce înoată în apă, emit filamente de infecție ce pătrund în țesuturi prin stomate.

Procesul de infecție se petrece în decurs de 24 ore. Perioada de incubație durează 4...5 zile. Peste iarnă, ciuperca rezistă sub formă de spori, gălbui, sferici. Primăvara, în urma descompunerii țesuturilor oosporii germinează și dau naștere la numeroși zoospori, care produc infecțiile primare. Uneori și conidiile rămân viabile pe vrejii culturilor de sere, de pe care se răspândesc la culturile din câmp. Conidiile pot supraviețui și la temperaturi mai ridicate, până la 40 °C [1].

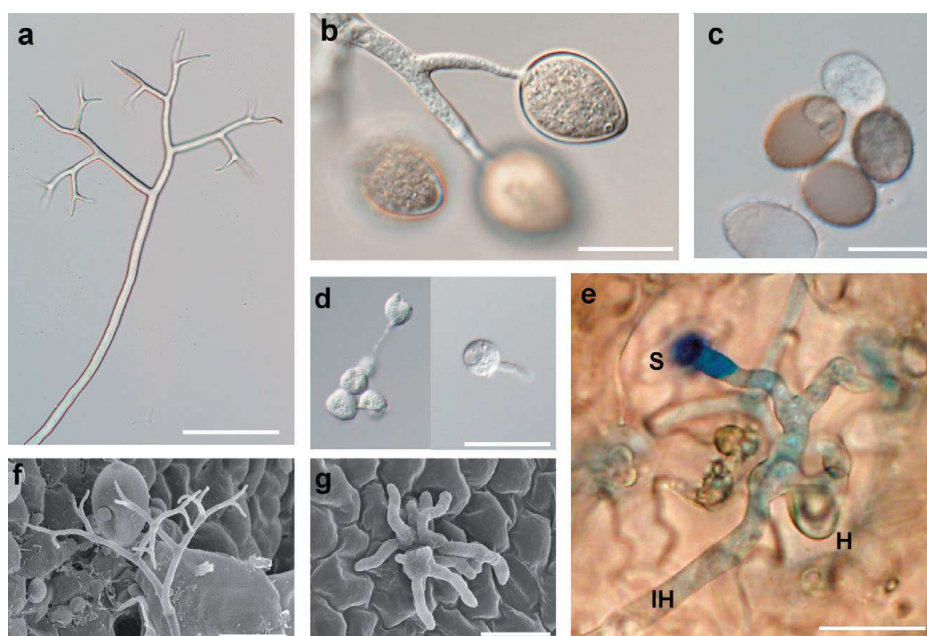


Fig. 5 - The morphology of the *Pseudoperonospora cubensis* fungus [1]

(a) Sporangiophore (50 μm). (b) Sporangia attached to distal end of sporangiophores. (c) Sporangia germinating via cytoplasmic cleavage. (d) Left panel: zoospores. Right panel: encysted zoospore with germ tube. (e) Intercellular growth: H, haustorium; IH, intercellular hyphae; S, stomata. (f) Scanning electron micrograph of sporangiophore (20 μm). (g) Scanning electron micrograph of multiple sporangiophores emerging through stomata (20 μm).

Mildew at cucumbers attacks almost all plant organs such as: leaves, flowers, fruits and haulms. The disease begins on the leaves, the emergence of the green-yellow spots that will become yellow and finally will turn open brown. Often spots have a polygonal shape – being limited by ribs. On the underside of the leaf appears grayish-purple feather representing fungus fructifications. Because of the attack, the leaves will dry and fall. When favorable conditions for disease to develop exist, completed also by the lack of specific fungicide treatments, the disease spreads rapidly from leaf sheaths - ultimately leading to rapid loss of leaf- "dry leaves." The attack continues on flowers and young fruits "causing their fall," finally attack reaches the plant haulms leading to drying and compromising their culture. The appearance of the disease is favored by the presence of water droplets on the leaves and the temperature between 16..22° C. [10]

Mana castraveților atacă aproape toate organele plantei ca: frunze, flori, fructe și vreji. Boala debutează pe frunze, prin apariția unor pete de culoare verde-gălbui, ce vor devenii galbene și la final brun-deschise. Adesea, petele au o forma poligonală – limitate de nervuri. Pe fata inferioară a frunzei apare un puf cenușiu-violaceu, reprezentând fructificațiile ciupercii. Datorită atacului frunzele se usucă și cad. Atunci când boala are condiții favorabile de dezvoltare, completate și de lipsa tratamentelor cu fungicide specifice, boala se extinde rapid la tecile frunzelor – conducând în final la pierderea rapidă a frunzelor "uscarea frunzelor". Atacul continuă pe florile și fructele tinere „provocând căderea acestora”, în final atacul ciupercii ajunge pe vrejii plantei conducând la uscarea acestora și compromiterea culturii. Apariția bolii este favorizată de prezența picăturilor de apă pe frunze și temperaturii între 16..22°C. [10]

The appearance and evolution of downy mildew in greenhouse cucumbers within INMA Bucharest

In the greenhouse from the INMA Bucharest are grown two varieties of cucumbers, first Cornichon de Paris - *Cucumis sativus* and second Marketmore. Planting scheme of cucumbers variety Cornichon de Paris is shown in Figure 6.

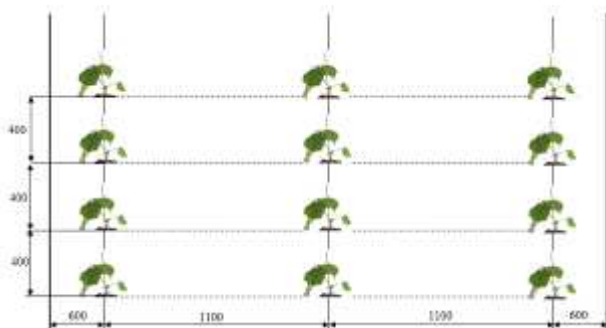


Fig. 6 - Planting scheme for cucumbers Cornichon de Paris variety

Apariția și evoluția manei castraveților în sera din cadrul INMA București

În sera din cadrul INMA București au fost cultivați două soiuri de castraveți, primul Cornichon de Paris - *Cucumis Sativus* și al doilea Marketmore. Schema de plantare a castraveților din soiul Cornichon de Paris este prezentată în figura 6.



Planting scheme for Marketmore cucumbers variety is shown in Figure 7.

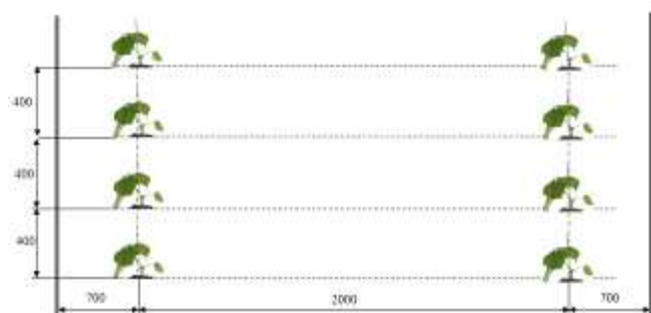


Fig. 7 - Planting scheme for cucumbers Marketmore variety

Schema de plantare a castraveților din soiul Marketmore este prezentată în figura 7.



In the period 19.08.-09.19.2014 the emergence and development was monitored for cucumber downy mildew. The first symptoms of late blight occurrence in greenhouse cucumbers were when on the leaves has emerged a large number of spots with a diameter of 2 ... 24 mm, usually angular, of yellowish green colour (fig. 8)

În perioada 19.08.-19.09.2014 a fost urmărită apariția și evoluția manei castraveților. Primele simptome ale apariției manei castraveților în seră au fost când pe frunze au apărut unui număr foarte mare de pete, cu diametrul de 2...24 mm, de regulă colțuroase, de culoare verde-gălbui (fig. 8).



Fig. 8 - The appearance of cucumber downy mildew



Following evolution of the disease during the time yellowish green spots have taken the lemon yellow color, it took for only a few days to become brown (fig. 9)

Urmărind în timp evoluția bolii petele de culoare verde-gălbui au căpătat culoarea galbenă ca lămâia, pentru ca numai după câteva zile să devină brune deschis (fig. 9)



Fig. 9 - The disease spots have become yellowish green and colored as lemon yellow

On the right spot per inner face of the leaf it has been formed a puff of gray-violet, consisting of asexual propagation of the fungus bodies (Fig. 10).

În dreptul petelor, pe față interioară a frunzelor, s-a format un puf cenușiu-violuteu, alcătuit din organele de înmulțire asexuată a ciupercii (fig. 10).



Fig. 10 - On the right spot per inner face of the leaf was formed a puff of gray-violet, consisting of asexual propagation of the fungus bodies

Control measures are taken immediately after the disease by reducing humidity using a small amount of water for wetting.

This measure is completed by spraying plants with different products, from previous experience observing that it gives good results in combating blight treatments with bordelaise juice 0.75 ... 1% Dithane M-45 at a concentration of 0.2% by alternation. Treatments applying is repeated every 8 ... 10 days.

CONCLUSIONS

For cucumbers that are grown under glass is extremely important to know technology for culture as requirements for the product increases from one year to another.

Accurate diagnosis of a disease at cucumbers requires detailed knowledge of the symptoms, which takes different forms in the disease over time.

Combating diseases of greenhouse cucumber crops is accomplished through proper and timely implementation of cultural hygiene measures, and by applying chemical phyto-sanitary treatments.

REFERENCES

[1]. Savory E.A., Granke L.L., Quesada-Ocampo L.M., Varbanova M., Hausbeck M.K. and Day B. (2011) - *The cucurbit downy mildew pathogen Pseudoperonospora cubensis*, MOLECULAR PLANT PATHOLOGY 12(3), 217–226, DOI: 10.1111/J.1364-3703.2010.00670.X;

Măsurile de combatere se iau imediat după apariția bolii prin reducerea umidității, folosind la udare o cantitate mai redusă de apă.

Această măsură este completată prin stropirea plantelor cu diverse produse, din experiențele anterioare constatându-se că în combaterea manei dau rezultate bune tratamentele cu zeama bordoleză 0,75...1 % și Dithane M-45 în concentrație de 0,2 % prin alternare. Aplicarea tratamentelor se repetă la intervale de 8...10 zile.

CONCLUZII

Pentru castraveții cultivați în seră este extrem de important de cunoscut tehnologia de cultură, deoarece cerințele pentru acest produs crește de la un an la altul.

Diagnosticarea cu precizie a unei boli la castraveți presupune cunoașterea detaliată a simptomelor, care îmbracă diferite forme în evoluția bolii în timp.

Combaterea bolilor la culturile de castraveți din seră se realizează prin aplicarea corectă și la timp a măsurilor de igienă culturală și prin aplicarea unor tratamente fitosanitare cu substanțe chimice.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Savory E.A., Granke L.L., Quesada-Ocampo L.M., Varbanova M., Hausbeck M.K. and Day B. (2011) – *Factorul patogen al manei familiei cucurbitaceelor sub forma ciupercii Pseudoperonospora cubensis*, MOLECULAR PLANT PATHOLOGY 12(3), 217–226, DOI: 10.1111/J.1364-3703.2010.00670.X;

- [2]. Paraschivu A.M. (2010) - *Plant diseases, symptoms, causation, prevention and combating*, EUC 2010, ISBN 973-8043-87-5;
- [3]. <http://www.agrokit.ro/castaveti-solar>;
- [4]. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/viruses/Pages/Cucumbermosaic.aspx>;
- [5]. <http://www.botanistii.ro/blog/tratamente-informatii-legume-castraveti>;
- [6]. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cucumis_sativus_Blanco2.299-cropped.jpg;
- [7]. <http://decostyle.mayra.ro/legume/legume/castravetii-cerintele-fata-de-temperatura/397>;
- [8]. <http://decostyle.mayra.ro/legume/legume/castravetii-si-nevoia-de-lumina-si-umiditate/398>;
- [9]. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/BP/BP-180-W.pdf>
- [10]. <http://fdh.ro/blog/2010/12/09/mana-castravetilor-si-pepenilor-cucurbitaceelor/>
- [11]. <http://www.fitomag.ro/castravete/>
- [12]. <http://ro.wikipedia.org/wiki/Castravete>

- [2]. Paraschivu A.M. (2010) - *Bolile plantelor-simptomatologie, cauzalitate, prevenire și combatere*, EUC 2010, ISBN 973-8043-87-5;
- [3]. <http://www.agrokit.ro/castaveti-solar>;
- [4]. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/viruses/Pages/Cucumbermosaic.aspx>;
- [5]. <http://www.botanistii.ro/blog/tratamente-informatii-legume-castraveti>;
- [6]. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cucumis_sativus_Blanco2.299-cropped.jpg;
- [7]. <http://decostyle.mayra.ro/legume/legume/castravetii-cerintele-fata-de-temperatura/397>;
- [8]. <http://decostyle.mayra.ro/legume/legume/castravetii-si-nevoia-de-lumina-si-umiditate/398>;
- [9]. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/BP/BP-180-W.pdf>
- [10]. <http://fdh.ro/blog/2010/12/09/mana-castravetilor-si-pepenilor-cucurbitaceelor/>
- [11]. <http://www.fitomag.ro/castravete/>
- [12]. <http://ro.wikipedia.org/wiki/Castravete>

CONSIDERATIONS REGARDING THE USE OF SCREW CONVEYOR WITH BRUSHES IN THE SEED TREATMENT

CONSIDERATII PRIVIND UTILIZAREA TRANSPORTORULUI ELICOIDAL CU PERII IN PROCESUL DE TRATARE A SEMINTELOR

PhD.Stud. Eng. Zaica Al., Ph.D. Eng. Păun A., PhD.Stud. Eng. Ivancu B., Ph.D. Eng. Visan A

INMA Bucharest / Romania

Phone: 0726147336; E-mail: zaica_alexandru@yahoo.com

Abstract:

In order to apply chemical substances in liquid chemical treatment process, different methods, installations and technical equipment are used, such as brush screw conveyor type. The paper presents some theoretical and constructive considerations about this equipment which is part of cereal seed treatment installations.

Keywords: cereal seeds, chemicals, screw conveyor with brush, chemical treatment.

INTRODUCTION

Chemical treatment represents nowadays the most widespread mean to control or prevent some diseases, mainly due to high efficiency, low cost and easy application [4].

Number of toxic substances used for the treatment is high, their compositions are highly varied, and they may be applied wet, semi-dry and especially dry.

The wet treatment consists in wetting of seeds in solution for a period of time.

Semi-wet treatment is usually done by slurry, which consists in forming slurry of the pesticide in a small amount of water and then mixing the seed with the suspension which will adhere to their surface. Also can be considered semi-wet treatment method and the spreading of the pesticide in the aerosols form.

Dry treatment is simply dusting with pesticide made by mixing the seeds in special machines drums.

As variants of dry treatment are considered seeds pelleting with incorporation of a pesticide in the coated tablet, and the impregnation or infusion of the pesticide in the external layers of the seeds by various methods, such as, for example vacuum infiltration.

By "seed treatment" it is meaning any process in which the seeds are subject to before sowing, in order to obtain large and stable productions.

In scientific literature the seeds treatment is classified as:

- *disinfection treatment* - operation applied to eliminate a pathogen agent that has entered the seed;
- *disinfestation treatment* - operation to destroy spores or other forms of pathogenic organisms found on the seeds tegument;
- *protection treatment* – operation that has the purpose to protect the seeds from soil microorganisms.

According to mode of action treatments are divided into contact and systemic treatments.

By their nature, they differ as [4]:

- *physical treatments* consisting of subjecting seeds to physical processes, ultraviolet radiation, tegument scarification, thermal shock to seed and soil disinfection, inactivating viruses, ionizing radiation;
- *biological treatments*, consisting in treating the seeds with microorganisms or mixtures of biologically active extracts, whose role is to protect the seeds of the action of micro-organisms and pathogens;

Rezumat: Pentru aplicarea substanțelor chimice în procesul de tratare chimică lichida sunt utilizate diferite metode, instalații și echipamente tehnice de tipul transportor elicoidal cu perii. În lucrare se prezintă câteva considerații teoretice și constructive referitoare la acest utilaj component al instalațiilor pentru tratarea semințelor de cereale.

Cuvinte cheie: semințe de cereale, substanțe chimice, melc cu perii, tratare chimică.

INTRODUCERE

Tratamentul cu substanțe chimice reprezintă astăzi mijlocul cel mai răspândit pentru combaterea sau prevenirea unor boli, datorită în principal eficienței ridicate, costului scăzut și ușurinței de aplicare [4].

Numărul substanțelor toxice folosite pentru tratare este foarte mare, compoziția acestora extrem de variată, iar aplicarea se poate face pe cale umedă, semiuscată și în special pe cale uscată.

Tratarea pe cale umedă constă în umectarea semințelor în soluții pentru un anumit timp.

Tratarea semiumedă se face de obicei prin mocirlire (slurry), care constă în formarea unei suspensii a pesticidului într-o cantitate redusă de apă și apoi amestecarea semințelor cu această suspensie care va adera la suprafața lor. Tot ca tratament semiumed este considerată și metoda de împrăștiere a pesticidului sub formă de aerosoli.

Tratarea uscată constă în simpla prăfuire cu pesticid, efectuată prin amestecarea cu semințe în tobele unor mașini speciale.

Ca variante ale tratării uscate sunt considerate drajarea semințelor cu înglobarea unui pesticid în drajeu, precum și impregnarea sau infuzarea acestui pesticid în straturile externe ale semințelor prin diferite metode, cum ar fi de exemplu infiltrarea în vacuum.

Prin „tratamentul semințelor” se înțelege orice proces la care sunt supuse semințele înainte de semănat, cu scopul obținerii unor producții mari și stabile.

În literatura de specialitate tratamentele la sămânță se diferențiază în:

- *tratament de dezinfectare* - operațiune aplicată pentru eliminarea unui agent patogen care a pătruns în semințe;
- *tratament de dezinfestare* – operația de distrugere a sporilor sau altor forme de organisme patogene care se găsesc pe tegumentul semințelor;
- *tratament de protecție* – operațiune care are rol de a proteja semințele de microorganisme din sol.

După modul de acțiune tratamentele se împart în tratamente de contact și tratamente sistice.

După natura lor se diferențiază [4]:

- *tratamente fizice* care constau în supunerea semințelor unor procese fizice, radiații ultraviolete, scarificarea tegumentelor, șocuri termice pentru dezinfectia semințelor și a solului, inactivarea virusurilor, radiații ionizante;
- *tratamente biologice* care constau în tratarea semințelor cu amestecuri de microorganisme sau cu extracte biologice active, care au rolul de a proteja semințele de acțiunea unor microorganisme sau agenți patogeni;

- *chemical treatment*, represented by dipping or mixing planting seeds with chemicals; insecticides, bactericides, fungicides, growth and germination stimulants, nutrients, or mixtures thereof, where the various pigments are added to increase the effectiveness of the treatment applied to the seed.

Mobile installation for seeds treated with liquid substances, IMTS 2 (fig. 1)[5] is intended for wet cereal seed treatment and crops with fungicides before packaging. Can be used on platforms or in warehouses, in the farms producing seed, and seed conditioning centers.

Seed treatment equipment MTS-3 (fig. 2) [6], is a technical solution that supports solving aspects of pesticide application on seed surface in recommended quantity and as evenly as possible.



Fig. 1 - Seed treatment mobile installation with liquid solutions – IMTS 2 [5]

Presently using screw conveyor machines to treat seeds is widespread, there are many manufacturing companies which have models that use this type of conveyor because of its efficiency (fig. 3) and (fig.4)



Fig. 3 -Seed treatment machine, BV 2590 [7]

- *tratamente chimice*: reprezentate de imersia sau amestecarea masei de semințe pentru semănat cu substanțe chimice; insecticide, bactericide, fungicide, stimulenți de creștere și germinare, nutrienți sau amestecuri ale acestora, la care se adaugă diferiți pigmenti pentru creșterea eficienței tratamentelor aplicate la sămânță.

Instalația mobilă de tratat semințe cu substanțe lichide - IMTS 2 (fig. 1) [5], este destinată tratării semințelor de cereale și plante tehnice pe cale umedă, cu insectofungicide, înainte de ambalare. Poate fi utilizată pe platforme sau în magazii, în cadrul fermelor agricole producătoare de sămânță, cât și a centrelor de condiționare a semințelor.

Mașina de tratat semințe MTS-3 (fig. 2) [6], reprezintă o soluție tehnică care vine în sprijinul rezolvării aspectelor legate de aplicarea substanțelor pesticide pe suprafața semințelor în cantitatea recomandată și în mod cât mai uniform.



Fig. 2 – Seed treatment machine with screw conveyor with brushes, MTS-3 [6]

În prezent utilizarea transportorului elicoidal la mașinile de tratat semințe este foarte răspândită, existând numeroase firme producătoare care au modele ce folosesc acest tip de transportor datorită eficienței lui. (fig. 3) și (fig.4).



Fig. 4 – Seed treatment machine, MT PS-5 'Fermier' [8]

MATERIAL AND METHOD

Mobile installation for treating seeds with liquid substances carried by INMA Bucharest consists mainly of (fig.5.): framework 1; a bunker 2 provided at the bottom with a clack to ensure uniformity of the flow of seeds; atomizer drum 3, inside which there is mounted a spreading disc; Liquid dispenser 4; homogenizer conveyor 5; fluid reservoir 6; electrical installation for power and control 7 (fig. 5 a)

The beans cleaned, sorted and calibrated reach the bunker by free-fall. Under the bunker is fitted a vibrating part feeder to maintain a constant capacity of the installation working capacity. Seed treated, at vibrating feeder output is dispersed on the outer

MATERIAL ȘI METODĂ

Instalația mobilă de tratat semințe cu substanțe lichide - IMTS 2 realizată de INMA București se compune în principal din (fig. 5): cadrul 1; buncărul de alimentare 2 prevăzut la partea inferioară cu un șibăr care asigură uniformitatea curgerii semințelor; toba cu pulverizator 3, în interiorul căreia este montat discul de împrăștiere; dozatorul de lichid 4; transportorul omogenizator 5; rezervorul cu lichid 6 și instalația electrică de forță și comandă 7 (fig 5 a).

Boabele curățate, sortate sau calibrate ajung prin cădere liberă în buncărul de alimentare. Sub buncărul de alimentare este montat un alimentator vibrator cu rol de menținere constantă a capacității de lucru a instalației. Sămânța de tratat, la ieșire din alimentatorul vibrator, este dispersată pe suprafața

surface of the atomizer drum inner cone. Inside the cone, the liquid is finely pulverized by means of a spreading disc with a speed of 3000 rev / min. The liquid used for seed treatment is sent to the pump in the bowl with level adjustment, where using a special dispenser spray it reaches the drum. The excess of fluid is returned to the dispenser fluid reservoir which is taken from the new pump and recirculated. The driving system of pump is simultaneous with screw conveyor with brushes drive [3].

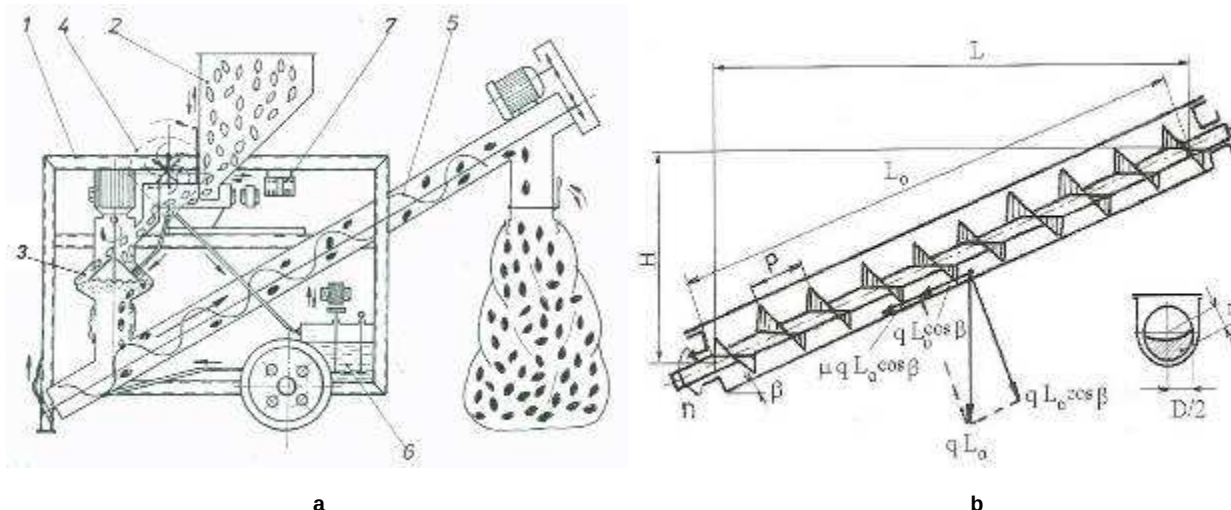


Fig. 5 - Seed treatment mobile installation with liquid solutions - IMTS 2[5]
a - equipment drawing, b-drawing of helical screw

As a result of the forces of friction between the surface of the screw, by the screw rotating, particles are lifted at material surface and pushed forward in order to encourage the process of mixing (fig 5. b)..

During the working process these phenomena occur:

Helical motion of a point is the result of the composition of the two movements[2]:

- The rotation, characterized by the angle of rotation around the axis circumference of the spiral with the peripheral velocity $v_p = \pi \cdot D \cdot n / 60$, where the screw diameter D m, n - screw speed in rpm / min;
- Movement in the axial direction characterized by distance p with which material moves per revolution of the screw, with the speed $= p \cdot n / 60$, where p - is screw pitch in [m].

Taking into account that in the material movement occurs the following resistances:

- Weight component in the direction of travel (the inclined conveyors);
- Friction of material in the gutter;
- The resistance of the material at mixing;
- Friction of material to screw propeller;
- Friction spindles in the bearings;
- Friction in transmission elements.

and notations in figure 3.b, resulting:

weight component in the direction of movement is the expression $qL_0 \sin \beta = qH$;

- Component in the normal direction has the expression: $qL_0 \cos \beta$;

- Resistance due to friction material to chute has the expression: $\mu qL_0 \cos \beta = \mu qL$.

Resistance due to mixing in the gutter material is evaluated based on experimental results, increasing resistance to displacement by a factor k_0 , whose value depends on the material.

exterioră a conului interior al tobei cu pulverizator. Din interiorul conului, lichidul este fin pulverizat cu ajutorul unui disc de împrăștiere, având o rotație de 3000 rot/min. Lichidul folosit pentru tratarea semințelor este trimis de pompă în vasul cu nivel reglabil, de unde cu ajutorul unui dozator special ajunge în toba de pulverizare. Surplusul de lichid din dozator este returnat în rezervorul de lichid de unde este preluat din nou de pompă și recirculat. Acționarea pompei este simultană cu acționarea melcului transportor cu perii [3].

Ca urmare a forțelor de frecare dintre suprafața melcului, prin rotirea melcului particulele sunt ridicate către suprafața materialului și împinse spre înainte, favorizându-se procesul de amestecare (fig 5. b).

În timpul procesului de lucru au loc următoarele fenomene:[2]

Mișcarea elicoidală a unui punct este rezultatul compunerii a doua mișcări:

- Mișcarea de rotație, caracterizată de unghiul de rotație în jurul axei, circumferința spirei având viteza periferică $v_p = \pi \cdot D \cdot n / 60$, unde D - diametrul melcului în m , n - rotația melcului, în rot/min;
- Mișcarea pe direcția axială caracterizată de distanța p cu care înaintează materialul la fiecare rotație a melcului, cu viteza $v_a = p \cdot n / 60$, unde p - pasul melcului în [m].

Ținând seama că la deplasarea materialului apar următoarele rezistențe:

- componenta greutatei după direcția de deplasare (la transportoarele înclinate);
- frecarea materialului în jgheab;
- rezistența opusă de material la amestecare;
- frecarea materialului de elicea melcului;
- frecarea fusurilor în lagăre;
- frecarea din elementele transmisiei.

și de notațiile din figura 3.b, rezulta:

- componenta greutatei după direcția deplasării are expresia: $qL_0 \sin \beta = qH$;

- componenta greutatei după direcția normală are expresia: $qL_0 \cos \beta$;

- rezistența datorită frecării materialului de jgheab are expresia: $\mu qL_0 \cos \beta = \mu qL$.

- rezistența datorită amestecării materialului în jgheab se evaluează pe baza unor rezultate experimentale, multiplicând rezistențele la deplasare cu un coeficient k_0 , a cărui valoare depinde de natura materialului.

Axial force required overcoming resistance is mentioned:

- Forța axială necesară învingerii rezistențelor amintite este:

$$F_a = k_0 (\mu qL + qH) , [N] \quad (1)$$

where: μ - coefficient of friction of the material by the screw propeller; q - weight per meter of material transported $[N / m]$; L - length of the conveyor $[m]$ for horizontal conveyors or inclined conveyors horizontal projection; H - lifting height of transported material $[m]$, if inclined conveyors, $k_0 = 1,1-1,2$ for mild and non-abrasive materials;

Moment of torsion required to be applied to the screw shaft to overcome the axial force given by equation (1) will have the expression:

$$M = F_a \cdot r_1 \cdot \tan(\gamma + \rho) , [Nm] \quad (2)$$

where: r_1 - the distance from the axis of the shaft to the point of application of the axial force $[m]$; γ - angle of the screw propeller; ρ - angle of friction between the material and propellers, $\tan \rho = \mu$; $r_1 = k_1 \frac{D}{2}$; $[m]$ where $k_1 = 0.7$ to 0.9 (lower values correspond to higher fill factor and the highest correspond to a lower fill factor).

Power necessary for overcoming resistance of screw shaft can be determined:

$$P = \frac{M \cdot \omega}{1000} , [kW] \quad (3)$$

where: M - screw shaft moment of torsion $[Nm]$; ω - angular velocity of the shaft $[rad / sec]$.

A technical parameter characteristic of screw conveyors is productivity

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot 60 \cdot \psi \cdot p \cdot n \cdot c \cdot \gamma , [t/h] \quad (4)$$

where D - diameter of screw propeller $[m]$ d - diameter of shaft $[m]$; p - screw propeller pitch $[m]$; n - screw speed $[r / min.]$; ψ - filling coefficient, C coefficient that takes into account the angle of the conveyor, the weight of the material transported $[t / m^3]$. filling coefficient: $\psi = (0.35-0.45)$ - for grain; $\psi = (0.45-0.55)$ - threshed material

c coefficient values decrease productivity depending on the angle of inclination of screw β . Table 1 [1].

unde: r_1 - distanța de la axa arborelui până la punctul de aplicație a forței axiale în $[m]$; γ - unghiul de înclinare a elicei melcului; ρ - unghi de frecare între material și elice, $\tan \rho = \mu$; $r_1 = k_1 \frac{D}{2}$ $[m]$ unde $k_1 = 0,7 - 0,9$ (valorile mai mici corespund unui coeficient de umplere mai mare, iar cele mai mari corespund unui coeficient de umplere mai mic).

Puterea necesară învingerii rezistențelor la arborele melcului se poate determina:

unde: M - momentul de torsiune la arborele melcului $[N m]$; ω - viteza unghiulară a arborelui $[rad/sec]$.

Un parametru tehnic caracteristic al transportoarelor cu melc este productivitatea:

unde: D - diametrul elicei melcului $[m]$; d - diametrul arborelui $[m]$; p - pasul elicei melcului $[m]$; n - turația melcului $[rot / min.]$; ψ - coeficient de umplere; c - coeficient ce ține seama de unghiul de înclinare al transportorului, greutatea volumică a materialului transportat $[t/m^3]$; coeficientul de umplere: $\psi = (0,35-0,45)$ - pentru grăunțe; $\psi = (0,45-0,55)$ - pentru materiale treierate valorile coeficientului c de micșorare a productivității în funcție de unghiul β de înclinare al melcului, tabelul 1 [1].

Tabel 1 [1]

Reduction of coefficient values c depending on the angle β

β°	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
c	1	0.9	0.8	0.7	0.65	0.58	0.52	0.48	0.44	0.34	0.3	0.25

Power can be expressed in function of the coefficient of resistance to displacement w , this expression becoming:

Puterea se poate exprima si in funcție de coeficientul de rezistența la deplasare w , expresia acesteia devenind :

$$P = \frac{1.1 \cdot Q \cdot g}{2600} (Lw + H) \cdot \frac{1}{\eta_1} [kW] \quad (5)$$

Where: $w = 1.5-1.6$ for seeds; g - acceleration of gravity $[m / s^2]$; L - length of the horizontal transport $[m]$; H - lift height $[m]$.

Coefficient 1.1 takes into account the additional resistances to the movement material. To account for the weight of the shaft and the crushing strength calculated resistance should be increased by $(0.5-1)$ kW.

RESULTS

Analyzing the relations presented in the previous chapter result that within the mixing-transport process with

unde: $w = 1,5-1,6$ pentru semințe; g - accelerația gravitațională $[m/s^2]$; L - lungimea de transport pe orizontala $[m]$; H - înălțimea de ridicare $[m]$.

Coeficientul 1,1 ține seama de rezistențele suplimentare la deplasarea materialului. Pentru a ține seama de greutatea arborelui și de rezistența la mărunțire puterea calculată trebuie majorată cu $(0,5-1)$ kW.

REZULTATE

Analizând relațiile prezentate la capitolul anterior rezulta ca in procesul de amestecare-transport cu un

a relon yarn helical screw conveyor the following factors can occur, related to:

- nature of the components;
- physical state of the components;
- properties of components in the mixture (solubility, viscosity, humectability, particle size and shape of seeds);
- the intensity of mixing;
- the operating mode of conveyor;
- quantitative ratio of participation in mixture of components;
- the quantity or flow rate of product;
- duration of mixing (for intermittent operation);
- working temperature;
- type of mixer (with coiled metal screw, relon yarn screw).

All these factors can be studied and determined during experiments in exploitation conditions with mobile installation for seed treated with liquid substances- IMTS 2.

CONCLUSIONS

Theoretical approach in the case of a screw conveyor with relon yarn shows that during the work process (wet seed treatment) helical motion of a point is the result of the composition of two movements: rotational movement, characterized by the angle of rotation around axle, coil circumference having peripheral speed v_p and movement in the axial direction characterized by the distance p with submitting material for each rotation of the screw.

Also as a result of wet movement material in the conveyor casing appear the following resistances:

- weight component in the direction of movement (at the tilted conveyors);
- material friction (seeds + chemical substance) in the gutter;
- the resistance of the material in mixing;
- material friction to screw spiral;
- composition of the spiral screw;
- friction of spindles in the camps;
- friction from transmission elements.

For quality treatment it is necessary to analyze all the factors involved in the treatment of seeds with installations that have in their component, for mixing and transport, a spiral screw conveyor with a relon yarn and determine on experimental way with different seeds and various chemicals, of optimal treatment solutions.

REFERENCES

- [1]. Florean R. (2008) - *Unit operations: mixing and agglomeration*, University Transilvania Publishing House, pg. 16;
- [2]. Hapenciuc M., (2004) - *Transport Equipment in Food Industry*, Publishing University Foundation, Dunarea de Jos "Galati", pg.163-167;
- [3]. Manea D. and the research collective (2012) - *Interdisciplinary research on seed treatment with hydrolyzed collagen, to increase the quality indicators, pesticide reduction and ensure sustainable development of agricultural production*, INMA Bucharest - Technological study on seed treatment equipment, contr. No. 112 / 26.07.2012;
- [4] Stepan E. and the research collective (2012) - *Interdisciplinary research on seed treatment with*

transportor cu melc elicoidal din fire de relon intervin următorii factori care țin de:

- natura componentelor;
- starea fizica a componentelor;
- proprietățile componentelor din cadrul amestecului (solubilitate, vâscozitate, umectabilitate, granulometria și forma semințelor);
- intensitatea amestecării;
- regimul de funcționare al transportorului;
- raportul cantitativ de participare în amestec al componentelor;
- cantitatea sau debitul de produs;
- durata amestecării (pentru regimul intermitent de funcționare);
- temperatura de lucru;
- tipul amestecătorului (cu șneac cu spira metalică, cu spira din fire de relon).

Toți acești factori pot fi studiați și determinați în timpul experimentărilor în condiții de exploatare cu Instalația mobilă de tratat semințe cu substanțe lichide - IMTS 2.

CONCLUZII

Abordarea teoretică în cazul unui transportor elicoidal cu melc din fire de relon demonstrează că în timpul procesului de lucru (tratarea semințelor pe cale umedă) mișcarea elicoidală a unui punct este rezultatul compunerii a două mișcări: mișcarea de rotație, caracterizată de unghiul de rotire în jurul axei, circumferința spirei având viteza periferică v_p și mișcarea pe direcția axială caracterizată de distanța p cu care înaintează materialul la fiecare rotație a melcului.

Totodată ca urmare a deplasării materialului umed în carcasa transportorului apar următoarele rezistențe:

- componenta greutatei după direcția de deplasare (la transportoarele înclinate);
- frecarea materialului (semințe + substanța chimică) în jgheab;
- rezistența opusă de material la amestecare;
- frecarea materialului de spira melcului;
- compoziția spirei melcului;
- frecarea fusurilor în lagăre;
- frecarea din elementele transmisiei.

Pentru un tratament de calitate se impune analiza tuturor factorilor implicați în procesul de tratare a semințelor cu ajutorul instalațiilor care au în componenta lor pentru amestecare și transport un transportor elicoidal cu spira din fire de relon și determinarea pe cale experimentală cu diferite semințe de cereale și substanțe chimice diverse a soluțiilor optime de tratare.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Florean R. (2008) – *Operații Unitare: Amestecarea și Aglomerarea*, Editura Universității Transilvania, pag. 16;
- [2]. Hapenciuc M. (2004) – *Echipamente de transport în industria alimentară*, Editura Fundației Universitare, Dunarea de Jos "Galati", pag. 163-167;
- [3]. Manea D. și colectivul (2012) - *Cercetări interdisciplinare privind tratarea semințelor cu hidrolizate de collagen în vederea creșterii indicatorilor calității, reducerii pesticidelor și dezvoltarea durabilă a producției agricole*, INMA București - Studiu tehnologic privind echipamentele de tratare a semințelor, contr. nr.112/26.07.2012;
- [4]. Stepan E. și colectivul (2012) - *Cercetări interdisciplinare privind tratarea semințelor cu hidrolizate*

hydrolyzed collagen, to increase the quality indicators, pesticide reduction and sustainable development of agricultural production, ICECHIM Bucharest - Documentary study on the potential use of collagen hydrolysates in seed treatment, contr. No. 112 / 26.07.2012;

[5]. Technical sheet INMA. Seed treatment mobile installation.

[6] AEROMEX brochure. Ukraine;

[7] DAGUET brochure. France;

[8] MONDISTAR brochure. Moldavia.

de colagen în vederea creșterii indicatorilor calității, reducerii pesticidelor și dezvoltarea durabilă a producției agricole, ICECHIM București - Studiu documentar privind potențialul de utilizare a hidrolizatelor de colagen în tratarea semințelor, din cadrul proiectului, contr. nr.112/26.07.2012;

[5]. Fișă tehnică INMA București - Instalație mobilă de tratat semințe;

[6]. Prospect firmă AEROMEX – Ucraina;

[7]. Prospect firmă DAGUET – Franța;

[8]. Prospect firmă MONDISTAR – Moldova.

CURRENT STAGE OF DEVELOPMENT OF NUTRITIVE CUBES SEEDLING EQUIPMENTS

STADIUL ACTUAL DE DEZVOLTARE A ECHIPAMENTELOR DE SEMĂNAT ÎN CUIBURI NUTRITIVE

Ph.D. Eng. Vișan A.L., Eng. Milea D., Eng. Bogdanof C.G.,
INMA București -

Tel: 021.269.32.49; E-mail: milea_dumitru57@yahoo.com

Abstract: In the paper is presented the current stage of nutritive cubes seedling equipments development. This subject has a great importance in agriculture because in national statistics can be observed that vegetable cultures are under developed and for this reason it was necessary to do this study.

Keywords: seeding equipment, nutritive seed trays, alveoli, small seeds

INTRODUCTION

Nutritive cubes seedling equipments have known a real technological upsurge in agriculture industrial market, namely in producing vegetable and flower seedlings, because in the intensive agriculture and climate change context, was identified the necessity to obtain good quality seedlings to be planted in greenhouses as soon as possible or to replace the crops in case of natural calamities.

These equipments have created a special niche in seedlings market and draw a special attention from big farmers that apply a management policy based on intensive agriculture principles, which requires increasing the productivity of greenhouses cultures, solariums and even field crops.

Using these types of equipments is aimed to maximize the sowing material productivity by assuring the optimal conditions (temperature, humidity, nutritive substances access, assuring the same seeding conditions) to germinate and plant growth, assuring at the same time a uniform development of mini-seedlings, a good use of energetic and nutritive resources.

In the less developed countries, the nutritive cube sowing, known also as alveolar sowing, is mainly manually made and the human operator uses the sowing procedure seed by seed, using mechanical devices or vacuum instruments. These methods are used by small farmers, but despite of this hard labor, this method is efficient due to a high grade of seedling germination. [15, 16, 17]

Taking into consideration the advantages and the necessity of that equipment in Romanian agriculture it is required a study regarding the current state of development of nutritive cubes seedling equipments on international level.

Rezumat: În lucrare sunt prezentate tendințele de dezvoltare a echipamentelor de semănat pentru producerea materialului săditor în cuiburi nutritive. Acest domeniu are o importanță deosebită în agricultură deoarece în statisticile naționale, figurează că sectorul legumicol este sub dezvoltat și din aceste considerente a fost necesar acest studiu.

Cuvinte cheie: echipament de semănat, cuiburi nutritive, alveole, semințe mici.

INTRODUCERE

Echipamentele de semănat în cuiburi nutritive cunosc un avânt tehnologic real pe piața industriei agricole, respectiv pentru producerea răsadurilor legumicole și floricole, deoarece în contextul agriculturii intensive și schimbărilor climatice, se identifică nevoia de a obține răsaduri de bună calitate care să fie introduse în sere cât mai curând posibil sau de a înlocui culturile în caz de calamitate.

Aceste echipamente și-au creat o nișă specială pe piața răsadurilor și atrage o atenție deosebită din partea marilor fermieri, care aplică o politică de management bazându-se pe principiile agriculturii intensive, ce impune creșterea productivității culturilor în sere, solarii și chiar pe câmp.

Prin utilizarea acestor echipamente se urmărește să se maximizeze productivitatea materialului semincer prin crearea condițiilor optime (de temperatură, de umiditate, de acces la substanțe nutritive, de asigurare a condițiilor optime de semănare) de germinare și dezvoltare a plantelor, asigurând în același timp o creștere uniformă a mini-răsadurilor și o utilizare eficientă a resurselor energetice și nutritive.

În țările mai puțin dezvoltate semănarea în cuiburi nutritive, cunoscută ca și semănatul în alveole, se face în mare parte manual și operatorul uman utilizează procedura de semănat sămânță cu sămânță utilizând dispozitive mecanice sau instrumente cu vacuum, Fig.1. Astfel de metode sunt folosite de micii fermieri, dar în ciuda dificultății acestei operații, este efectuată datorită gradului ridicat de germinare a materialului semincer.[15, 16, 17]

Având în vedere avantajele și necesitatea acestor echipamente în agricultura românească se impune a se efectua un studiu privind stadiul actual al echipamentelor de însămânțare în cuiburi nutritive pe plan mondial.



Mini seeders from Pinetreeag. [16]

Needle manual seeder.[15]

Fig.1 - Manual sowing instruments

MATERIAL AND METHOD

Following research carried out on current state of development regarding the seedling equipment in alveoli, it was found that the main developers of such *equipment in Europe* are from Italy and Holland, but also from the *United Kingdom*.

In the following paragraphs it was made a short analysis of these equipments in the terms of functional and constructive point of view, at European level.

The *Row Seeder SP13A*, trade by MOSA Company - Italy, is fully pneumatic and works in semiautomatic regime, designed to meet all requirements from small and medium nurseries (suitable for sowing a very small quantity of raw seeds and nutritive pills) into any type of tray. It also includes a dibbling mechanism to make centering holes into the cavities. Fig. 2.

Another Italian enterprise that presents a similar model is the ATLANTIC Company, but in the presentation catalogue is mentioned that it has many optional devices as: aspiration system of the remaining seeds in tray; rubber nozzles for planting seeds and a kit with different types of needles, with internal channels between 0.15. to 1.50 [mm].[1]

The DA-ROS Company, Fig. 3, also has designed a semi-automatic seeder *SEM100* for small and medium seeds which has many optional devices, see Table 1.

MATERIAL ȘI METODĂ

În urma activităților de cercetare privind stadiul actual de dezvoltare a echipamentelor de semănat în cuburi nutritive – alveole, au fost identificați principalii producători de asemenea *echipamente din Europa*: Italia, Olanda și Anglia.

În ceea ce urmează a fost realizată o sinteză al acestor echipamente din punct de vedere funcțional și constructiv la nivel european.

Semănătoarea pe rânduri SP13A, comercializată de firma MOSA – Italia, este complet pneumatică și funcționează în regim semiautomat. Aceasta este proiectată pentru a îndeplini toate cerințele producerii de răsaduri în medii protejate mici și medii, (adevate pentru semănarea unui număr mic de rânduri cu administrare de substanțe nutritive sub forma de granule) pentru orice tip de tavă. De asemenea aceste mașini pot include un mecanism de tasare și amprentare a solului în vederea obținerii unor cavități centrale în alveole, Fig. 2.

O altă firmă Italiană care prezintă un produs similar este compania ATLANTIC, dar în catalogul de prezentare este menționat că acesta dispune de mai multe dispozitive opționale că: sistem de aspirare a semințelor rămase în tavă, duze din cauciuc pentru plantarea semințelor și un set de ace de tipuri diferite (cu canale interne de 0,15 ... 1,5 [mm]).[1]

Compania DA-ROS, Fig. 3, de asemenea a proiectat o semănătoare semi-automată *SEM100* pentru semințe mici și medii care este prevăzută cu multe dispozitive opționale, Tabelul 1.



Fig.2 - Row Seeder SP13A. [14]



Fig.3 - Semi-automatic seeder SEM100. [8]

Table 1

The technical properties of seeders from MOSA and DA-ROS. [8, 14]

Technical data/Model	SP13A	SEM100
Company	MOSA	DA-ROS
Power	Compressed air 100 [l/min]; 2.25-3 HP Compressed air – 5 [bar]	Compressed air 50/100 [l/min]
Max. tray dimension	720 x 480 x 130 [mm]	700x500x130 [mm]
Dimensions (L x W x H)	1400 x 700 x 1350 [mm]	1380 x 675 x 1200 [mm]
Weight	80 [kg]	70 [kg]
Seeding capacity	30 [row/min]	max 30 rows /min
Options	Dibbling mechanism	Dibbling mechanism Aspiration system of the remaining seeds; Different types of tray; Set of seeding bars and/or nozzles

The latest seeding machine has an electronically controlled drum, made by the URBINATI Company,

Cel mai nou model de mașină de semănat este dotată cu un tambur comandat electronic, realizat de firma URBINATI –

which permits the seeding of one and more husked or unhusked seeds in the same cell. This model can be ordered with 1 until 3 seeding drums. This type of machine is a *LAMBDA* seeder, which can operate as multi-seeding equipment, applying at the same time with the seeds the nutrient granulated material. Also this equipment has an electro-pneumatic system, suitable for every kind of alveolar tray and seed. The displacement belt system enables to become a seedling complete line by adding some modules: tray filler, a covering and watering unit, etc.[18]

The models *KAPPA* and *SF 13*, were created for New Zealand farmers at a lower cost and can be operated by one person. These models have proven to be very popular for nursery farmers because they have an automatic tray indexing system and nozzles seed sowing mechanism. The machines have a low grade of complexity and yet effective in exploitation, Fig.5 and 6.

Italia, ce permite semănarea unei semințe sau a unui grup de semințe, corticate sau nedecorticate. De asemenea aceasta poate utiliza de la 1 până la 3 unități de semănat cu tambur. Acest model de mașină este de tip *LAMBDA* și poate opera ca un echipament multiplu de semănat, administrând în același timp cu sămânța și substanțele nutritive granulate. Acest echipament dispune de un sistem elector-pneumatic ce permite utilizarea tuturor dimensiunilor de tăvi alveolare și semințe. Sistemul cu bandă transportoare permite adaptarea acestei mașinii într-o linie completă de semănat prin adăugarea unor module de: umplere a tăvilor, nivelare și udare, etc.[18]

Modelele *KAPPA* și *SF 13*, au fost create pentru fermierii din Noua Zeelandă și sunt cel mai accesibile și pot fi deservite de o singură persoană. Aceste modele s-au dovedit a fi cele mai populare modele pentru cultivatorii din sere, deoarece au un sistem automat de indexare a tăvii și un mecanism de plantare cu duze a semințelor. Mașinile prezintă un grad de complexitate redus, dar eficiente în exploatare, Fig.5 și 6.



Fig.4 - LAMBDA drum seeder with one seeding unit and two from URBINATI. [18]



Fig.5 - SF 13 row seeder – URBINATI [18]



Fig.6 - KAPPA row seeder - URBINATI [18]

Table 2

Technical seeding equipments made by URBINATI.[18]

Technical data	LAMBDA	LAMBDA A	LAMBDA E	KAPPA	KAPPA E	SF	SF/L
Production	100 – 650 tray	Integrated eletronical panel Adjustable 100 – 600 tray		Integrated eletronical panel Up to 2400 rows/hour		Automatic advancement Adjustable 1700 rows/hour	
Tray dimensions	580 x 400 [mm]	750 x 400 [mm]	750 x 500 [mm]	750 x 400 [mm]	750 x 500 [mm]	600 x 400 [mm]	750 x 500 [mm]
Dimensions (L x W x H)	2277 x 1137 x 1100 [mm]			1630 x 931 x 1276 [mm]		1404 x 673 x 1247 [mm]	
Weight	280 [kg]			200 [kg]		68 [kg]	70 [kg]
Vacuum Pump	750 PVA			Venturi system		Venturi system	
Air consumption	Max. 100 [l/min]			Max. 190 [l/min]		Max. 190 [l/min] 80 psi	
Installed Power	3.5 [kW], 400 [V], 3F, 50/60 [Hz]			1 [kW], 400 [V], 3F, 50/60 [Hz]			
Options	automatic dibbler a covering watering unit			kit of nozzles: 0.20 – 0.7 kit of silicon nozzles		1 tray setup of your choice vacuum jar for seed collection kit of nozzles: 0.20 – 0.7 kit of silicon nozzles	

The Drum Seeder *DS11*, made by FILER SYSTEMS - Nederland, has been designed to be extremely accurate sowing at high speeds of both husked and unhusked seeds. Thanks to the innovative design of the drum and adjustable vacuum system, the seeds are extremely well separated, resulting in much improved sowing results, Fig.7. Sowing multiple seeds per cell is also possible.

Semănătoarea cu tambur *DS11*, realizată de FILER SYSTEMS – Olanda, a fost proiectată pentru a fi foarte precisă în semănarea la viteze ridicate a semințelor corticate sau nedecorticate. Datorită designului inovativ a tamburului și a sistemului reglabil de vacuum, semințele sunt foarte bine separate, înregistrând rezultate îmbunătățite la semănare, Fig.7. Este de asemenea posibil să fie semănate mai multe semințe.



Fig.7. Drum Seeder DS11- Filer Systems.[9]

Viser, is another Netherland Company, with experience of over 40 years, has developed a seeding range that is suitable for all capacity needs and types of seeds.

The *Granette 2000 Tex Seeder* is a complete programmable needle seeder mounted on a conveyor belt. By using the programmable TEX computer several settings can be made and stored in the memory. The unique nozzle design features a self cleaning mechanism that cleans out the nozzle tip after every seeding cycle. In this way are avoided blockages and therefore the number of seeding errors is reduced, Fig. 8.

“Over-head sowing machine” - *OHS-II* is a high speed, very accurate and flexible machine for seeding almost any kind of seed. OHS means ‘overhead seeder’, which means that the machine can seed one entire tray per cycle by using an overhead system. This is formed by a vacuum plate, called: the ‘seeding plate’. The nozzles of the seeding plate are being cleaned by means of compressed air that is blown through the nozzles after releasing the seeds in the tube divider. By changing the seeding plate it is possible to seed multiple seeds per cell.

Viser, este o altă companie Olandeză, cu experiență de peste 40 de ani, ce a realizat o gamă largă de semănători pentru toate capacitățile și toate tipurile de semințe.

Semănătoarea *Granette 2000 TEX*, face parte din cadru semănătorilor cu ace modulare complet programabile montate pe o banda transportoare. Prin intermediul calculatorului programabil „TEX”, se poate regla regimul de funcționare și memorare. Caracteristicile unice ale duzelor permite implementarea unui mecanism de autocurățire, care le desfundă după fiecare ciclu de semănat. Astfel sunt evitate blocajele și implicit numărul erorilor la semănat, Fig. 8.

Mașina de semănat „Over-head sowing” - *OHS II* este foarte rapidă, precisă și flexibilă în procesul de semănat a semințelor, iar numele ei reprezintă faptul că mașina poate semăna o tavă alveolară la un ciclu prin utilizarea unui sistem superior. Acesta este compus dintr-o placă superioară numită placă de semănat. Duzele de pe placa de semănat sunt curățate cu ajutorul aerului comprimat după ce au fost eliberate semințele în tuburile de divizare. Schimbând placa de semănat este posibil să semene mai multe semințe pe celulă.



Fig.8 - Granette 2000 Tex Seeder – VISSER. [19]

“Granudine” – a very small seed type seeder is perfect for seeding unhusked seeds equally in bigger amounts, in pots or alveolar trays, of high capacity.

Seed species, such as Alyssum, Lobelia, are different kind of perennial plants and herbs easy to process with the “Granudine”. The seeder is equipped with a seed hopper, with tube divider and a seeding plate. The variety in the amount of seeds is obtained by changing the seeding plate with a model with different size holes.



Fig. 9 - OHS-II sowing machine – VISSER [20]

“Granudine” – semănătoarea pentru semințe foarte mici, este folosită pentru semănatul semințelor corticate în mod egal în grupuri, în ghivece sau tăvi alveolare, de capacitate ridicată.

Tipurile de semințe, ca Alyssum și Lobelia, sunt câteva tipuri de plante perene și ierburi ușor de procesat cu „Granudine”. Semănătoarea este dotată cu un buncăr de alimentare, cu un sistem de divizare cu tub și o placă de plantare. Cantitatea de semințe poate să varieze prin schimbarea plăcii de semănare cu un alt model ce are orificii cu alte dimensiuni.



Fig. 10 - Granudine – VISSER. [21]

Semi-automatic stand-alone step seeder - SA 10 has stainless steel tray support to move the trays. Also it has a completely pneumatic control systems.



Semănătoarea semi-automată - SA 10, are un suport din oțel inoxidabil pentru a susține tava de semințe în vederea realizării avansului. De asemenea are un sistem de control complet pneumatic.



Fig.11 - SA-10 Semi-automatic stand-alone– VISSER [22]

Table 3

Technical seeding equipment made by VISSER.[19, 20, 21, 22]

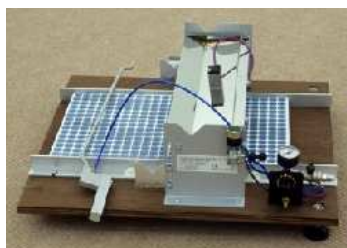
Technical data	DS 11	Granette 2000	OHS-II	Granudine	SA 10
Production	200 to 1.500 trays/hour	Compressor capacity 450 [l/min] 220 trays/hour	700 trays/ hour		
Tray dimensions	580 x 400 [mm]	600 x 400 [mm]	600 x 400 x 100 [mm]		600x400x120 [mm]
Dimensions (L x W x H)	1500 x 600 x 1200 [mm]	2500 x 780 x 1230 [mm]	3500 x 1850 x 2200 [mm]	1500 x 600 x 1200 [mm]	1400x 675x1175 [mm] (+/- 50)
Weight	250 [kg]			250 kg	
Vacuum Pump				-	
Air consumption		250 [l/min]			150 [l/min]
Installed Power			2.5 [kW]		16.4 [kW]
Options		Dibbling unit Set for an extra tray size Extra nozzles			1 set of nozzles and 1 sowing/pressing die Compressor

The Hamilton Company – England has designed the Handy Seeder for the farmers who want to produce their own mini-seedlings, but do not have the necessary funding to buy an automatic seeder, see fig. 12.

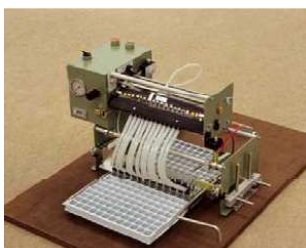
The seeds are vibrated in a stainless steel seed tray and picked up by holes vacuum device. The handle is moved from the pickup position to the discharge position, just above the plug tray. A small vent in the handle is covered to release the seeds onto the surface of the compost. The tray is moved by hand to the next row and the process can be repeated. The vacuum pressure and vibration can be adjusted for different seed sizes and weights.

Compania Hamilton – Anglia, a realizat echipamentul „Handy Seeder” pentru micii fermieri care doresc să își producă propriile mini-răsaduri, dar nu au fondurile necesare pentru a achiziționa o semănătoare automată, fig. 12.

Semințele sunt antrenate într-o mișcare vibratorie în tava de oțel inoxidabil și apoi sunt preluate de dispozitivul de vacuum cu găuri. Mânerul este deplasat de la poziția de aspirare deasupra rândului anveolar pentru a elibera semințele, exact deasupra tăvii alveolare. Orificiul din mâner schimbă valoarea presiunii de absorbție eliberând semințele pe suprafața compostului. Tava este deplasată manual pe rândul următor și se repetă procesul de lucru. Presiunea de vacuum și vibratorul pot fi reglate în funcție de dimensiunea și masa seminței.



Handy Seeder.[10]



Natural Seeder TSC200.[11]



Natural Seeder P100PLC.[12]



Natural Seeder ECC100P.[13]

Fig. 12 - HAMILTON Seeders.

The *Natural Seeder TC 200* is the industry standard seeder, ideal for the small and medium sized greenhouse operation; this machine delivers the versatility and accuracy you need. This model presents three methods for indexing the tray under the seeder unit. The entry-level model uses a hand operated mechanism to step plug trays row by row under the seeder, and has the same precision like the most expensive seeding lines.

The model *P100 PLC*, has an automated indexing mechanism of alveolar tray, that is controlled by a PLC to synchronize to the ratchet mechanism of the plug tray with the seedling unit. The model *ECC100P* is a complex equipment that has a plug tray displacement unit on conveyor belt. Also, this model is the most performing one, because it has a seedling unit controlled by a PLC and a roller dibbler.

„*Natural Seeder TSC200*” este o semănătoare standard industrială, ideală pentru sere mici și medii, prezentând o versatilitate și precizie adecvată. Acest model prezintă trei metode de indexare a tăvii sub dispozitivul de semănat. Modelul inițial prezintă un mecanism manual de avans al tăvii rând cu rând, iar precizia de semănat este identică cu cele mai scumpe linii.

Modelul *P100PLC*, prezintă un mecanism automat de indexare a deplasării tăvii alveolare, comandată de o unitate PLC pentru sincronizarea mecanismului cu clichet a tăvii cu sistemul de semănat. Modelul *ECC100P* este un echipament complex ce prezintă un sistem de deplasare a tăvii alveolare pe bandă rulantă. Acest ultim model este cel mai performant, pentru că are o unitate de însămânțat controlată de un PLC și tambur cu striții tip crampon.

Table 4

Technical seeding equipment made by HAMITON [10, 11, 12, 13]

Technical data/Model	Handy Seeder	Natural Seeder TSC200	Natural Seeder P100PLC	Natural Seeder ECC100P
Power	Vacuum supply source			
Seeding capacity				110 trays/hour
Options	3 pick-up tubes of your choice: 0.3 [mm] for small seeds, 0.5 [mm] for larger seeds and 0.7 [mm].	Needle Nozzle Bar Kit and Hand-stepping Mechanism	Tray Indexer, Kit of: 0.3 [mm] Self-clearing Nozzle Bar, 0.6 [mm] Nozzle Bar, Multi-Sow / Dwell Control and mounting on baseboard.	Conveyor system with PLC controls, 0.3 [mm] Self-clearing Nozzle Bar, Vermiculite Coverer, Lobelia Kit, Roller Dibbler and Needle Nozzle Bar Kit

USA companies which manufacture seedling equipment for small and very small seeds in plug trays are: BLACKMORE, BOULDIN and LAWSON, fig. 12.

The BLACKMORE company is presented on this market segment with three models, which incorporate a needle seeder system and also other performing systems in this automotive equipment in order to increase the quality of this technological process.

The "Can-Duit" seeder is designed for small farmers and for research groups, which working volume is not so high and the seeding process of a plug tray can take place in 1-2 minutes, in accordance with seed properties.

The "Turbo/Needle" seeder establishes a new standard regarding the seedling automotive systems with needles. It can work with any type of seeds beggins with begonia and ending with melons, and also for pumpkin, peas, corn and bean. On this, can be added a double seeding system in order to increase the machine productivity, up to 300 trays/hour. This machine has a long life time and high reliability degree, and it can be used for almost all types of trays.

But the most performant equipment is the cylinder seeder, that has a regulation system with 4 positions of the seeder device, in accordance with the tray type; in this way, in only 5 seconds, can be changed the channel dimension, in 20 seconds it can be adjusted the seeding speed; the working post preparing it can be done without changing the hardware part and in 1 minute can be changed the seeding device. This model is designed to be used within the seedling technology and to have the same interface with filler and watering equipment.[3]

Companiile din USA care produc echipamente de semănat semințe mici și foarte mici în suporturi alveolare sunt: BLACKMORE, BOULDIN și LAWSON, fig. 12.

Compania BLACKMORE, este prezentă pe acest segment de piață cu trei modele, care încorporează un sistem de semănat cu ace și alte sisteme performante în echipamentele lor automate pentru a mări calitatea procesului tehnologic.

Semănătoarea "Can-Duit" este proiectată pentru micii fermieri și pentru echipele de cercetare, a căror volum de lucru nu este foarte ridicat iar procesul de însămânțare a unei tăvi poate fi realizat în 1-2 minute, în funcție de proprietățile seminței.

Semănătoarea „Turbo/Needle” stabilește un nou standard pentru sistemele automate de *semănat cu ace*. Aceasta seamănă orice tip de sămânță pornind de la cele de begonie până la cele de pepeni, și chiar cele de dovlecei, mazăre, porumb și fasole. La aceasta se poate atașa un sistem dublu de însămânțare pentru a mări productivitatea, până la 300 de tăvi/oră. Aceste mașini au o durată de viață și un factor de încredere ridicat, iar acestea pot fi utilizate pentru majoritatea tipurilor de tăvi.

Cea mai performantă semănătoare cu cilindru, este prevăzută cu un sistem de reglare cu 4 poziții a dispozitivului de însămânțat, în funcție de tipul tăvii printr-o simplă rotire; astfel în doar 5 secunde se pot schimba dimensiunile canalului; în 20 de secunde se poate regla viteza de însămânțat; selectarea posturilor de lucru se face fără a schimba partea hardware și într-un minut se poate schimba dispozitivul de însămânțat. Acest model este astfel proiectat pentru a funcționa în cadrul tehnologiei de semănat și a asigura interfața cu echipamentul de umplere a tăvilor și echipamentul de stropit.[3]



Can-Duit Seeder [2]



Turbo-Needle Seeder [3]



Cylinder seeder [4]

Fig. 13 - BLACKMORE seeders

Table 5

Seeder equipment from BLACKMORE [2, 3, 4]

Technical data/Model	Can - Duit	Turbo-Needle	Cylindre
Seeding capacity	0,5 – 1 tray/min	300 trays/h	1200 trays/hour
Vacumm pump	yes		
Compresor	yes		
Options	Base kit with 16 adaptors, Clinig wire; 3 tipes of needles	Duble seeding system	Duble seeding system

The *model 18320*, made by BOULDIN and LAWSON Company, is an entry-level seeder which requires *manually operated tray indexing*. All the systems are air powered systems, including the automatic seed ejection, adjustable vibrator and vacuum controls with push-button needle cleaner, Fig.14.

The *Forestry Seeder*, made also by BOULDIN and LAWSON Company, can sow a wide variety of seed types in to most standard nursery and seeding trays. This model was designed for growers who demand speed and accuracy when sowing small, difficult and odd-shaped seeds. Linear seeding action increases accuracy with an adjustable vibrator, vacuum controls and large capacity top coating unit for uniform covering of seeding cell trays. The PLC can provide a quick and easy change-over.

The *Precision Needle Seeder* will give you increased sowing accuracy, simplicity of operation, quick change-over, and low maintenance.

Modelul 18320, fabricat de compania „BOULDIN and LAWSON”, este primul model de semănătoare care necesită o *indexare manuală* a tăvii alveolare. Toate sistemele sunt acționate pneumatic, inclusiv sistemul automat de eliberare a semințelor, vibrator reglabil și sistem de curățare a acelor prin vacuum acționat de un buton de comandă, Fig.14.

Modelul „*Forestry Seeder*”, fabricat de asemenea de compania „BOULDIN and LAWSON”, poate funcționa pentru o varietate mare de tăvi alveolare standard. Acest model a fost realizat pentru cultivatorii care au nevoie de viteză și de precizie în procesul de semănt semințe mici, dificile și cu forme neregulate. Acțiunea unității de semănat crește precizia datorită: vibratorului reglabil, unității de control a vacuumului și un dispozitiv de acoperire uniformă a tăvilor alveolare. PLC-ul asigură o reglare și o flexibilitate ridicată.

Modelul *Semănătorii de Precizie cu Ace*, oferă o precizie ridicată de semănare, simplificare a operațiilor, reglabilitate ridicată și mentenanță scăzută.



Model 18320 [5]



Forestry seeder no.18200 [6]



Precision Needle Seeder no.18311 [7]

Fig.13 - BOULDIN and LAWSON seeders

Table 6

Technical properties of BOULDIN and LAWSON seeders [5, 6, 7]

Technical data	Model 18320	Model 18200	Model 18311
Power	Compressed air with min. 5.52 [bar] at 7CFM	110 [V]/single phase	110 [V]/ single phase /60 [Hz]
Production	100288 cell plug trays / hour	Up to 3000 cell plug trays / hour	Up to 200 trays /hour 300 with optional seeding head
Max. tray dimension	up to 432 [mm] wide and 89 [mm] high		
Dimensions (L x W x H)	1270 x 685,8 x 406.4 [mm] Small enough for tabletop operation	1524 x 914.4 x 1219.2 [mm]	2514.6 x 711.2 x 1320.8 [mm]
Weight	20.87 [kg]	173.27 [kg]	-
Portability	Light weight and compact	-	101 casters optional
Options	Semi-automatic tray indexing Various tray setups Seven sets of needles	Multi-row seeder Illuminated dust separation seed pan; Eight sets of needles	220[V] /single or three phase/ 50 [Hz] Illuminated dust separation seed pan Eight sets of needles

CONCLUSIONS

In this study it can be seen that these types of equipments have been developed and commercialized in countries with traditions and concerns from Europe and the world, in agriculture, respectively in vegetable and floriculture field.

The models presented above, have the following advantages to users:

- Reducing labor required for the seeding operation, that needs high operator's mental and physical effort;
- Productivity growth of alveolar seeding process using semi-automatic or automatic equipment and machines;
- The seedling material used, covers a large range of seeds, from the smallest one that can be compared with the granulation of sand, to the big seeds; from round seeds to those with unregulated shape; from smooth seeds to burr and porosity seeds;
- Depending on the workload and greenhouses capacity can be chosen an equipment that meets the needs and requirements of farmers and seedling material;
- Those equipments has the advantage that it uses as working agent the compressed air, which does not present any contamination risk on both seeds and compost, and also on working environment;
- The seeding accuracy can reach 99.9%, a value that depends on the seed type and size. Once the adjustment parameters were set, the repeatability of this process is very high and constant in time;
- The plugs obtained from this process, have the same development rate and use at maximum the energetic and nutritional resources from greenhouses;
- The plugs quality is superior and can cover the farmers production expenses;

At national level, these devices are not promoted to farmers in the field of activity, but are necessary to upgrade this segment of agriculture to meet the demand for seedling on internal market, by manufacturing of such equipment of nutritive seed trays seeding at competitive price.

This study was conducted in order to support the local farmers, who are encouraged to develop activities in this area and to offer a choice of their adequate equipment as needed, especially now when it is made a particular focus in accessing the European funds regarding the development of local agriculture (especially for young people, small and medium farms).

REFERENCES

- [1] *** "PROMASTER" catalogue data sheet, ATLANTIC MAN., www.atlanticgroup.it;
- [2] *** „Can-Duit Seeder” catalogue data sheet, Blackmore Company Inc., www.blackmoreco.com ;
- [3] *** „Turbo/Needle Seeder” catalogue data sheet, Blackmore Company Inc., www.blackmoreco.com ;
- [4] *** „Cylinder Seeder” catalogue data sheet, Blackmore Company Inc., www.blackmoreco.com ;
- [5] *** „Compact Needle Seeder” catalogue data sheet, Bouldin and Lawson LLC., www.bouldinlawson.com ;
- [6] *** „Forestry Seeder” catalogue data sheet, Bouldin

CONCLUZII

În acest studiu se observă că aceste tipuri de echipamente au fost dezvoltate și comercializate în țări cu tradiții și preocupări din Europa și din lume, în domeniul agriculturii, respectiv legumiculturii și floriculturii.

Modelele prezentate mai sus au următoarele avantaje pentru utilizatori:

- Diminuarea forței de muncă necesară pentru operațiunea de semănat, ce necesită un efort fizic și psihic ridicat din partea operatorului;
- Mărirea productivității procesului de semănat în alveole utilizând echipamente și mașini semi-automate și automate;
- Tipul materialului semincer folosit acoperă o gamă largă de semințe, de la cele foarte mici care pot fi comparate cu granulația nisipului, până la cele mai mari; de la cele cu formă regulată până la cele mai neregulate; de la cele cu suprafața netedă până la cele cu rizuri și porozități;
- În funcție de volumul de muncă și de capacitatea serelor se poate alege un echipament care să corespundă nevoilor și cerințelor fermierilor și a materialului semincer;
- Aceste echipamente prezintă avantajul că folosește ca agent de lucru aerul comprimat, agent ce nu prezintă pericol de contaminare atât a materialului semincer cât și a compostului, și a mediului de lucru;
- Precizia de însămânțare poate să ajungă la 99,9%, valoare ce depinde de tipul seminței și de dimensiunile acesteia. Odată stabiliți parametri de reglare, repetabilitatea acestui proces este foarte ridicată și constantă în timp;
- Mini-răsadurile rezultate în urma acestui proces, înregistrează același grad de dezvoltare și utilizează la maxim resursele energetice și nutritive din sere;
- Calitatea mini-răsadurilor este superioară și poate acoperi cheltuielile de producție ale fermierilor.

La nivel național, aceste echipamente nu sunt promovate fermierilor din domeniu, dar sunt necesare pentru modernizarea acestui segment de agricultură care să asigure satisfacerea cerințelor de răsad a pieții interne, prin fabricarea unor astfel de echipamente de semănat semințe în cuiburi nutritive la un preț competitiv.

Acest studiu a fost realizat în sprijinul fermierilor autohtoni, care sunt încurajați să dezvolte activități în acest domeniu și oferă posibilitatea unei alegeri adecvate ale acestora în funcție de nevoi și dotare, mai ales acum când se pune un accent deosebit în accesarea Fondurilor Europene în vederea dezvoltării agriculturii locale (respectiv pentru tineri, ferme mici și mijlocii).

BIBLIOGRAFIE

- [1] *** "PROMASTER" fisa de produs, ATLANTIC MAN, www.atlanticgroup.it;
- [2] *** „Can-Duit Seeder” fisa de produs, Blackmore Company Inc., www.blackmoreco.com ;
- [3] *** „Turbo/Needle Seeder” fisa de produs, Blackmore Company Inc., www.blackmoreco.com ;
- [4] *** „Cylinder Seeder” fisa de produs, Blackmore Company Inc., www.blackmoreco.com ;
- [5] *** „Compact Needle Seeder” fisa de produs, Bouldin and Lawson LLC., www.bouldinlawson.com;
- [6] *** „Forestry Seeder” fisa de produs, Bouldin and

and Lawson LLC., www.bouldinlawson.com ;

[7] *** „Precision Needle Seeder” catalogue data sheet, Bouldin and Lawson LLC., www.bouldinlawson.com ;

[8] *** „SEM100 SEEDER” catalogue data sheet, Da-Ros SRL, www.da-ros.com;

[9] *** „Drum Seeder DS11” catalogue data sheet, Filer Systems B.V., www.filersystems.com;

[10] *** „Handy Seeder” catalogue data sheet, HAMILTON DESIGN LTD., www.hamilton-design.co.uk;

[11] *** „Natural Seeder TSC200”, catalogue data sheet, HAMILTON DESIGN LTD, www.hamilton-design.co.uk;

[12] *** „Natural Seeder P100PLC” catalogue data sheet, HAMILTON DESIGN LTD, www.hamilton-design.co.uk;

[13] *** „Natural Seeder ECC100P” catalogue data sheet, HAMILTON DESIGN LTD, www.hamilton-design.co.uk;

[14]. *** „OrtoFloroVivaismo” machine catalogue , Mosa Green SRL, <http://www.mosagreen.it>.;

[15] *** Professional Seeder – Lee Valy Tools, www.leevally.com

[16] *** PINETREEAG - Mini seeders, www.pinetreeag.com;

[17]. Sărăcin I., Pandia O., Bozgă I., Ganea I. (2014) – Studes regarding the manufacturing of a pneumatic equipment of sowing alveoli small seeds, INMA TEH 2014, Vol.43, no. 2/2014, pag.15-21;

[18]*** „Nursery technology” catalogue data sheet, URBINATI, 2014;

[19] *** „GRANETTE2000” catalogue data sheet, VISSER NA, www.visser-na.com;

[20] *** „OHSII” catalogue data sheet, VISSER NA, www.visser-na.com;

[21] *** „GRANUDINE” catalogue data sheet, VISSER NA, www.visser-na.com;

[22] *** „SA-10” catalogue data sheet, VISSER NA, www.visser-na.com;

Lawson LLC., www.bouldinlawson.com ;

[7] *** „Precision Needle Seeder” fisa de produs, Bouldin and Lawson LLC., www.bouldinlawson.com ;

[8] *** „SEM100 SEEDER” fisa de produs, Da-Ros SRL, www.da-ros.com;

[9] *** „Drum Seeder DS11” fisa de produs, Filer Systems B.V., www.filersystems.com;

[10] *** „Handy Seeder” fisa de produs, HAMILTON DESIGN LTD, www.hamilton-design.co.uk;

[11] *** „Natural Seeder TSC200”, fisa de produs, HAMILTON DESIGN LTD, www.hamilton-design.co.uk;

[12] *** „Natural Seeder P100PLC” fisa de produs, HAMILTON DESIGN LTD, www.hamilton-design.co.uk;

[13] *** „Natural Seeder ECC100P” fisa de produs, HAMILTON DESIGN LTD, www.hamilton-design.co.uk;

[14]. *** Catalog de masini „OrtoFloroVivaismo”, Mosa Green SRL, <http://www.mosagreen.it>.;

[15] *** Professional Seeder – Lee Valy Tools, www.leevally.com ;

[16] *** PINETREEAG - Mini seeders, www.pinetreeag.com;

[17]. Sărăcin I., Pandia O., Bozgă I., Ganea I. (2014) - Studii privind realizarea unui echipament pneumatic pentru semănatul semințelor mici în alveole, INMA TEH 2014, Vol.43, no. 2/2014; pag.15-21;

[18] *** (2014) Catalog „Nursery technology”, URBINATI,

[19] *** „GRANETTE2000” fisa de catalog, VISSER NA, www.visser-na.com;

[20] *** „OHSII” fisa de catalog, VISSER NA, www.visser-na.com;

[21] *** „GRANUDINE” fisa de catalog, VISSER NA, www.visser-na.com;

[22] *** „SA-10” fisa de catalog, VISSER NA, www.visser-na.com;

CURRENT STAGE OF INSTALLATIONS FOR SEED SEPARATION IN AIRFLOW

STADIUL ACTUAL AL INSTALAȚIILOR DE SEPARARE A SEMINȚELOR ÎN CURENȚI DE AER

Phd. Stud. Eng. Birsan (Mitu) M.¹, Prof. Ph. Eng. Cășandroi T.², Phd. Stud. Eng. Matache M.¹,
Phd. Stud. Eng. Ciobanu V.¹, Phd. Stud. Eng. Rosu (Nitu) M.¹

¹INMA Bucharest / Romania; ²University POLITHNICA Bucharest / Romania

Tel: 0724190473; E-mail: marymmsa@yahoo.com

Abstract: Considering that the current trend is to use aerodynamic separation installations for the seeds of cereals and technical plants, therefore replacing the classical separation (on site), this paper studies the working process of these systems.

Keywords: aerodynamic separation, air stream, solid particles, pneumatic separators, floating speed.

INTRODUCTION

From the process of harvesting, the material obtained is presented in the form of a mixture of the basic culture and different mineral or organic impurities, which is why it cannot meet the required quality of the standards in force. Thus, before taking a certain destination (industrialization, keeping, storage, etc.) the harvested product must be subjected to cleaning and sorting operations.

An efficient cereal seed separation and sorting has a great importance in the production of food products based on high quality cereals. These operations are carried out using machines and installations that must meet certain requirements, for a good progress of the work process, such as: to ensure the obtaining of a quality product that satisfies the requirements of the standards in force, not to cause harm to the material particles, to be simple from a constructive point of view, to allow adjustment in wide limits of the functional parameters related to the work process specific to every machine, to require an energy consumption as low as possible.

These machines go through a permanent transformation, both in terms of technical performance and also as creativity and design, tending to maximize reliability, which leads to the manufacturing of an impressive number of machine options.

The equipment that will be presented and analyzed below are most commonly found in production for achieving seed purification with the help of technical systems that work on the principle of separating seeds according to their aerodynamic properties, a type of separation also called pneumatic or aerodynamic separation [1].

Pneumatic or aerodynamic separation represents, in the case of products obtained from agriculture, the first conditioning operation for the storage of cereals and oleaginous seed. Pneumatic separation takes place differentially, depending on the mass of the particles, the air speed and the direction of the air stream [1].

MATERIAL AND METHOD

The concerns of the agricultural machines designers and manufacturers are focused on the direction of increasing the quality of the seeds used both for sowing and for consumption by making new machines and installations for cleaning and sorting seeds, or by continuously improving the performance of the existing machines.

Analyzing the achievements in the country and abroad, was identified much equipment that conducts *air stream separation*. The most effective one will be presented below.

Rezumat: Având în vedere că tendința actuală este de a se folosi instalații de separare pentru semințele de cereale și plante tehnice, înlocuindu-se astfel separarea clasică (pe site), lucrarea de față studiază procesul de lucru al acestor instalații.

Cuvinte cheie: separare aerodinamică, curenți de aer, particule solide, separatoare pneumatice, viteză de plutire

INTRODUCERE

În urma procesului de recoltare, materialul obținut se prezintă sub forma unui amestec din cultura de bază și diferite impurități de origine minerală sau organică, motiv pentru care el nu poate satisface cerințele de calitate impuse conform standardelor în vigoare. Astfel, înainte de a primi o anumită destinație (industrializare, păstrare, depozitare, stocare etc.), produsul recoltat trebuie să fie supus unor operații de curățire și sortare.

O separare și o sortare eficientă a semințelor de cereale au o importanță deosebită în producția de produse alimentare pe bază de cereale de calitate. Aceste operații sunt efectuate cu mașini și instalații care trebuie să îndeplinească anumite cerințe, pentru desfășurarea în bune condiții a procesului de lucru cum ar fi: să asigure obținerea unui produs de bună calitate care să satisfacă cerințele standardelor în vigoare; să nu producă vătămarea semințelor; să fie simple din punct de vedere constructiv; să permită reglarea în limite largi a principalilor parametri funcționali legați de procesul de lucru specific fiecărei mașini; să necesite un consum de energie cât mai redus.

Aceste aparate sunt într-o permanentă transformare, atât din punctul de vedere al performanțelor tehnice, cât și al creativității și al design-ului tinzând către o maximizare a fiabilității, ceea ce duce la realizarea unui număr impresionant de variante de utilaje.

Cele mai des întâlnite pentru realizarea curățirii și precurățirii semințelor sunt echipamentele ce vor fi prezentate și analizate în continuare, care lucrează pe principiul separării după proprietățile aerodinamice, separare denumită și separare aerodinamică sau pneumatică [1].

Separarea pneumatică sau aerodinamică reprezintă, în cazul produselor obținute din agricultură, prima operație de condiționare. Separarea pneumatică are loc în mod diferențiat, în funcție de masa particulelor, viteza aerului și de direcția curentului de aer [1].

MATERIALE ȘI METODĂ

Preocupările proiectanților și constructorilor de mașini agricole se canalizează în direcția creșterii calității semințelor de cereale folosite atât pentru semănat, cât și pentru consum prin realizarea unor noi mașini și instalații pentru curățirea și sortarea semințelor, sau prin îmbunătățirea continuă a performanțelor utilajelor existente.

Analizând realizările în țară și străinătate, au fost identificate mai multe echipamente care efectuează separarea în curenți de aer. Cele mai eficiente dintre ele vor fi prezentate în cele ce urmează.

RESULTS

Daguet air separators (fig. 1) are manufactured by the French company "Daguet", and their functional principle consists in reverse extracting of light components which flowing direction is inferior to the floating speed of the base crop seeds.

This is achieved with the help of centrifugal, mono vacuum, high efficacy ventilators, which equip them. The two versions are simple and compact and are fitted in the upper extremity of the equipment column in the technical tunnel of high capacity silos.

REZULTATE

Pneumoseparatoarele Daquet (fig. 1), sunt realizate de firma franceză "Daquet", al căror principiu funcțional constă în extragerea în sens invers sensului de curgere a amestecului a componentelor ușoare, a căror viteză de transport este inferioară vitezei de plutire a semințelor culturii de bază.

Acest lucru îl fac cu ajutorul ventilatoarelor centrifuge monoaspirante de mare eficacitate cu care sunt echipate. Cele două variante sunt simple și compacte și se montează în extremitatea superioară a coloanei de utilaje din tunelul tehnic al silozurilor de mare capacitate.

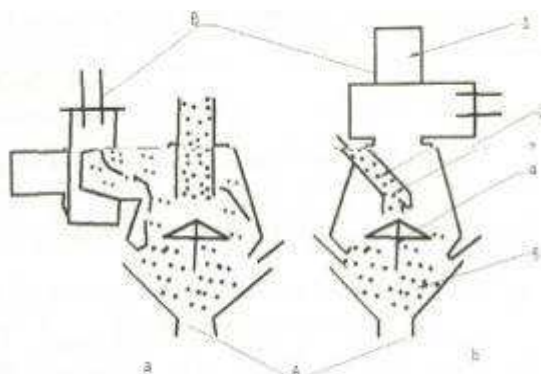


Fig. 1 – Daguet air separators diagram [4]

a) version DA.67; b) version SP-68 ; A –pre cleaned seed collectors; B –impurities collector;
1 – electric motor; 2 – feeding tube; 3 – impurities aspiration chamber; 4 – uniform distribution cone; 5 – funnel for collecting pre cleaned seeds

The Canadian company „Carter day” manufactured the *mobile scalperator* (fig. 3), which functional principle combines the advantages of both methods of separation – retention of large particles on the cylindrical sieve and total driving of small particles by an ascending air stream. The air is distributed in counter stream in the cereal mass (passed through the sieve) through the aspiration channel. Here, it engages small particles, eliminating them, after first passing through the expansion room for retaining, by setting at the base of the chamber, the heavy impurity particles that are evacuated afterward.

Firma canadiană „Carter day” a realizat *precurătorul mobil* (fig. 2), al cărui principiu funcțional combină avantajele a două metode de separare – reținerea particulelor mari pe sita cilindrică și antrenarea totală a particulelor ușoare de către un curent ascendent de aer. Aerul este repartizat în contracurent în masa de semințe (trecute prin sită) prin canalul de aspirație. Aici antrenează particulele ușoare, eliminându-le, după ce mai întâi au fost trecute prin camera de expansiune pentru reținerea, prin depunere la baza camerei, a particulelor grele de impurități, care sunt evacuate mai apoi.



Fig. 2 – Scalperator flow diagram [2]

The Danish company „Konskilde” achieved in two versions: the version with electric drive and the version driven from the tractor's PTO, a *seed cleaner solution* – KDC8000 (fig. 3) that combines the separation possibilities of cone and cylinder sieves with the ones of the aerodynamic field.

The unclean grain flows from the hopper (1) into the conical inner screen (2) that keeps the large impurities and allows the grain and small impurities to pass through, on the outer cylindrical screen (3). Its dimensions are designed to keep the grain back and to allow light impurities to fall through.

Firma daneză „Konskilde” a realizat, în două variante: cu acționare electrică și cu acționare de la priza de putere a tractorului, o soluție de separator – KDC 8000 (fig. 3) care îmbină posibilitățile de separare ale sitelor conice și cilindrice cu cele ale câmpului aerodinamic.

Astfel, amestecul de cereale și impurități ajunge din pâlnia de alimentare (1) pe sita conică interioară (2) care reține impuritățile mari și permite trecerea cerealelor și a impurităților mici, care cad pe sita cilindrică exterioară (3). Dimensiunile acestora sunt proiectate astfel încât să rețină cerealele și să permită căderea impurităților ușoare prin sită.

This separator is installed with an inclination of approx. 9° to the rear, for aiding the material to move across the screens as a result of the rotary movement of the drum (approx. 22 rpm). After this mechanical cleaning, the unclean material is lead to the pneumatic cleaner (9) where are extracted the light impurities and dust.

The impurities from both screens are collected in a trough at the bottom of the unit, where is an auger (4) that performs the evacuation of it through (13) (used when grading malting barley) or through the screenings outlet (5). The large impurities, separated by inner screen can also be discharged separately, through (12).

The cleaning efficiency generally depends on the capacity because a smaller load on the screens provides a better separation of impurities.

The pre-cleaning capacity of the KCD8000 cleaner is of 80 t/h for pre-cleaning, but depends on the way it is installed and sieves that are used, thus: at a higher inclination (makes the unclean material to pass faster over the sieves) the capacity increases, but the cleaner's efficiency is reduced; using sieves with smaller holes provide better cleaning at a lower capacity.

Acest separator este instalat cu o înclinare de cca. 9° spre spate, pentru a ajuta deplasarea materialului pe site ca urmare a mișcării de rotație a tamburului (cca. 22 rpm). După curățirea mecanică, materialul supus separării este condus la curățătorul pneumatic (9) unde sunt extrase praful și impuritățile ușoare.

Impuritățile din ambele site sunt colectate într-un jgheab în partea de jos a unității, în care se găsește transportorul elicoidal (4) ce efectuează evacuarea acestora prin (13) (când se separă orz de bere) sau prin orificiul de evacuare (5). Impuritățile mari, separate prin sita conică pot fi evacuate și separat, prin (12).

Eficiența separării depinde, în general, de capacitatea de curățare deoarece o încărcare mai mică a sitelor asigură o bună separare de impurități.

Capacitatea de precurățare a utilajului KCD8000 este în medie de 80 t/h, dar depinde de modul în care este instalat și de sitele ce se folosesc, astfel: la o înclinare mai mare (ce permite trecerea mai rapidă a materialului de separat pe site) crește capacitatea, dar scade eficiența de curățare; iar niște site cu găuri mai mici asigură o curățare mai bună, dar la o capacitate redusă.

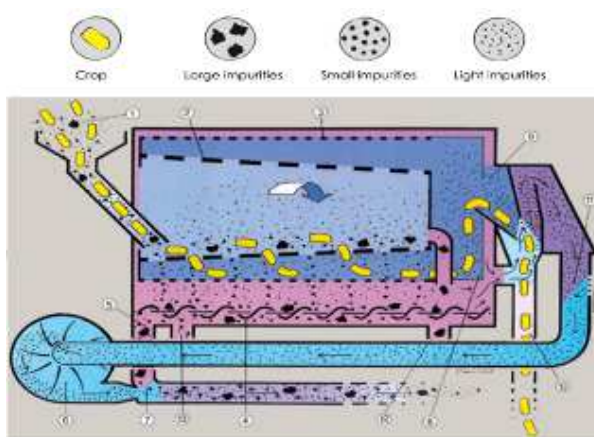


Fig. 3 – Flow diagram of KCD8000 combined cleaner [6]

1 – hopper, 2 – inner screen, 3 – outer screen, 4 – auger, 5 – screenings outlet, 6 – fan, 7 – venturi, 8 – scoop elevating section, 9 – pneumatic cleaner, 10 – cleaned grain outlet, 11 – air bleed, 12 – outlet from inner screen, 13 – outlet used when grading malting barley

In order to clean cereal mixtures, Marot company manufactures performs an *aspiration pre-cleaner* (fig. 5), with centrifugal double-aspirating ventilator and sediment chamber, equipment that valorizes the separation principle achieved using an aerodynamic field aspirated according to the flowing difference of the components of the mixture.

Pentru precurățirea amestecurilor cerealiere firma Marot realizează un *precurățător cu aspirație* (fig. 5), cu ventilator centrifug dublu-aspirant și cameră de sedimentare, utilaj ce valorifică principiul de separare realizat cu ajutorul câmpului aerodinamic aspirat după diferența de plutire a componentelor amestecului.

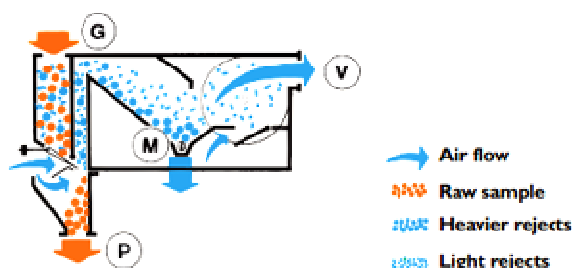


Fig. 5 – Aerodynamic pre-cleaner [3]

G – intake, P – clean product evacuation, M – settling chamber, V – evacuation of aspirated light impurities

For the seeds pre-cleaning, too, INMA has achieved the experimental model of TC 600 Combined Separator. This technical equipment makes the separation of impurities on basis of the aerodynamic properties difference between seeds and impurities, being driven by electro-vibrators and technical and functional parameters

Tot pentru precurățirea semințelor INMA București a realizat modelul experimental *Separator Combinat TC600*. Acest echipament tehnic realizează o separare a impurităților pe baza diferenței de proprietăți aerodinamice între semințe și impurități, cu acționare cu electrovibratoare și cu parametrii tehnico-funcționali de nivelul celor de pe plan

raised to global ones. The operating principle is shown in fig. 5.

mondial. Principiul de funcționare este prezentat în fig. 5.

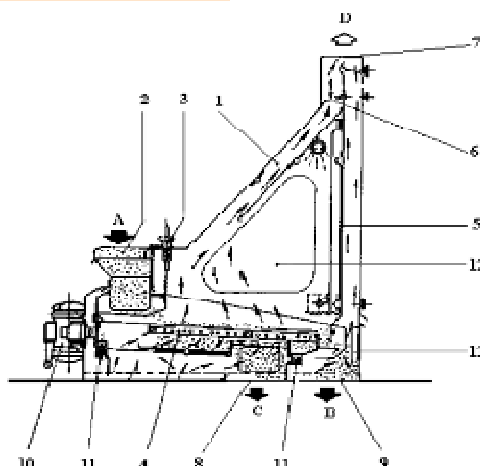


Fig. 5 - Flow sheet of the TC 600 combined separator: [5]

1. - case; 2. - hopper; 3. - flow adjustment system; 4. - separation plan (vibrating sieve); 5. - air flow adjustment valve in the vertical channel; 6. - air flow adjustment aspiration valve of the sieve; 7. - the suction opening; 8. - small impurities evacuation funnel; 9. - clean product evacuation funnel; 10. - electro-vibrator; 11. - elastic elements; 12. - side viewfinder; 13. - visiting cap;
A - product supply; B - clean product evacuation; C - small impurities evacuation; D - evacuation of aspirated light impurities

Through the hopper (2) and flow adjustment device (3) the cleaning product is entering the equipment. The product arrives on the sieve that is actuated by the two electro-motors, where it will be separated by size and airflow.

The airflow separation is achieved with the double aspiration channel that is provided with independent air control devices (5, 6); above the vibrating sieve is located a suction channel and it controls the layered suction and the other is vertically mounted and controls the impurities suction from the light product fraction.

Modifying the cross-section of the suction channels with the aid of control valves is achieved the control of the rate of air flow. The impurities are progressively removed, with the product sliding on sieves (small impurity - C), under the action of ascending air current (light impurities located on sieve - D) and the second suction channel where the clean product suffers a new removal of light impurities.

The working process can be visualized due to inspection windows (12) with which is provided the combined separator. With the aid of elastic elements (11) is achieved the dampening of the vibrations of sieve, that allows the protection of the foundation against shock vibrations.

CONCLUSIONS

On conducting this study was found that the aerodynamic separation can't replace the separation on sieves. Moreover, it is recommended to combine the separation in air stream with the sieve separation in order to grow the purity degree of the separated product, so that it meets the requirements of the standards in force.

This fact is highlighted by the technical solutions presented above, that achieve a better cleaning when the principles by which the separation is made are combined.

REFERENCES

- [1]. Căsandriou T. (1993) – *Equipment for primary processing and storage of agricultural products*, Course, Vol. 1, University Politehnica of Bucharest;
- [2]. *** Prospect CARTER DAY company;
- [3]. *** <http://www.cfcai.com>;
- [4]. *** Prospect DAGUET company;
- [5]. *** Prospect INMA, Flow diagrams of seeds sorting machines;
- [6]. *** <http://www.kongskilde.com/>

Prin pâlnia de alimentare (2) pătrunde în utilaj materialul ce necesită a fi curățat, fiind controlat de dispozitivul pentru controlul debitului (3). Produsul ajunge pe sita acționată de cele două electrovibratoare, unde este supus separării atât după marime, cât și în curent de aer.

Separarea în curent de aer se efectuează cu ajutorul dublului canal de aspirație prevăzut cu dispozitive independente de reglare a aerului (5, 6). Peste sita vibratoare este amplasat un canal de aspirație și controlează aspirația stratificată, iar celălalt este montat vertical și controlează aspirația impurităților de la fracția produselor ușoare.

Modificând secțiunea transversală a canalelor de aspirație cu ajutorul supapelor de reglaj se realizează reglarea vitezei curentului de aer din acestea. Impuritățile se elimină progresiv, odată cu deplasarea produsului pe sită (impurități mici – C), sub acțiunea curentului ascendent de aer (impurități ușoare aflate pe sită – D), cât și în al doilea canal de aspirație unde produsul curățat este supus unei noi aspirații a impurităților ușoare.

Întregul proces de lucru se poate vizualiza datorită ferestrelor de inspectare (12) cu care este prevăzut separatorul combinat. Cu ajutorul elementelor elastice (11) se realizează amortizarea vibrațiilor sitei, ceea ce permite protejarea fundației împotriva șocurilor vibratorii.

CONCLUZII

Cu ocazia realizării acestui studiu s-a constatat că separarea aerodinamică nu poate înlocui separarea pe site. De altfel, chiar se recomandă combinarea separării în curenți de aer cu separarea pe site pentru creșterea gradului de puritate a produsului separat, care să satisfacă cerințele standardelor în vigoare.

Acest lucru este evidențiat de soluțiile tehnice prezentate mai sus, care realizează o curățare mai bună atunci când se combină principiile după care se face separarea.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Căsandriou T. (1993) – *Utilaje pentru prelucrarea primară și păstrarea produselor agricole*, Curs, Vol. 1, Universitatea Politehnica București;
- [2]. *** Prospect firma CARTER DAY;
- [3]. *** <http://www.cfcai.com>;
- [4]. *** Prospect firma DAGUET;
- [5]. *** Prospect INMA, scheme tehnologice de mașini de sortat semințe;
- [6]. *** <http://www.kongskilde.com/>

DISTRIBUTION APPARATUS USED ON GRANULATED CHEMICAL FERTILIZERS SPREADING EQUIPMENT

/

APARATE DE DISTRIBUTIE UTILIZATE PE ECHIPAMENTELE DE ADMINISTRAT INGRASAMINTELE CHIMICE GRANULATE

Ph.D. Stud. Ing. Petcu A.S.¹⁾, Ph.D. Ing Popa L.¹⁾, As. Ph.D. Ing Stud. Toderaş P.²⁾, Ph.D. Ing Ciupercă R.¹⁾,
Ph.D. Stud. Ing Stefan V.¹⁾, As. Ph.D. Ing Avramescu A.-M.²⁾
INMA Bucharest / Romania¹⁾; Politehnica University of Bucharest / Romania²⁾
Tel: 0752061925 ; E-mail: albert_petcu@yahoo.ro

Abstract: *Fertilizers applying is the most important measure to enhance the productive potential of the soil. In this paper we will present some constructive solutions of distribution devices that are attached to the equipment of applying granulated chemical fertilizers, highlighting their advantages and disadvantages, according to agro-technical requirements.*

Keywords: *applying, equipment, fertilizer, constructive solutions;*

INTRODUCTION

Chemical fertilizers represented, in our country, since the beginning of the century IX, a solution for expanding the amount of nutrients, with a view to improving the conditions of growth and development of agricultural plants, namely to improve the general condition of fertility of the soil.

Intensive agriculture, soil washing by pluvial waters, rotation crop failure leading to impoverishment of the soils in minerals and the inability to ensure a good plant growth. Fertilization consists in the addition of minerals, with various specific equipment, on soils impoverished in nutrients mineral fertilizers, by completing the necessary nutrients for plant development, leading to increased crop productivity [2].

Determining the type of the most suitable fertilizer for plants to be cultivated, optimal management in time and quantity of fertilizer chosen ensure an increase in productivity, in general, by 50%, and in some cultures even with 80% [4,5]. Enriching soil nutritious substances and at the same time, enhancing physical, chemical and biological characteristics thereof, fertilizers ensure to plants an optimal environment and better development conditions [2,5].

To grow and develop normally, plants need carbon, hydrogen and oxygen, which they take from air and water, plus 13 essential mineral elements called nutrients or fertilizers, which normally they take from the soil [2,4,5]. After irrational using of soil resources, they impoverish their nutrient substances and human intervention is required by applying specific chemical fertilisers, based on soil deficiencies. Therefore, fertilizers replace nutrients plants absorb from the soil, and without these, harvests would be reduced [2,4,5].

The economic and balanced use of fertilisers is influenced by various factors such as climate, soil and plant. Plants absorbed from the soil nutrients in amounts that vary depending on periods of development. If, under the same conditions, the nutrient needs vary from plant to plant, nutritious elements uptake varies from plant to plant also according to the characteristics of the roots of the plant. For this reason, the closer the fertiliser is to the root of the plant, the better the plants will assimilate the

Rezumat: *Administrarea de îngrăşăminte reprezintă cea mai importantă măsură în vederea creşterii potenţialului productiv al solului. În aceasta lucrare se vor prezenta câteva soluţii constructive ale aparatelor de distribuţie care sunt atasate echipamentelor de administrat îngrasaminte chimice granulate, scoţând în evidenţă avantajele şi dezavantajele acestora, conform cerinţelor agrotehnice.*

Cuvinte cheie: *administrare, aparate, îngrăşăminte chimice, soluţii constructive;*

INTRODUCERE

Îngrăşămintele chimice au reprezentat, în ţara noastră, încă de la începutul secolului IX, o soluţie pentru completarea necesarului de substanţe nutritive, în vederea îmbunătăţirii condiţiilor de creştere şi dezvoltare a plantelor agricole, respectiv de ameliorare a stării generale de fertilitate a solului.

Agricultura intensivă, spălarea solurilor de către apele pluviale, nerespectarea rotaţiei culturilor conduc la sărăcirea solurilor în substanţe minerale şi incapacitatea de a asigura o bună creştere a plantelor. Fertilizarea constă în adăugarea de substanţe minerale, cu diverse echipamente specifice, pe solurile sărăcite în substanţe nutritive, îngrăşămintele minerale completând necesarul de substanţe nutritive pentru dezvoltarea plantelor, conducând la creşterea productivităţii recoltelor [2].

Stabilirea tipului de îngrăşământ cel mai potrivit pentru plantele care urmează a fi cultivate, administrarea optimă în timp şi cantitate a îngrăşământului ales asigură o creştere a productivităţii, în general, cu 50%, iar la unele culturi chiar cu 80% [4,5]. Îmbogăţind substanţele hrănitoare ale solului şi totodată, ameliorând caracteristicile fizice, chimice şi biologice ale acestuia, îngrăşămintele asigură plantelor un mediu optim şi condiţii de dezvoltare incomparabil mai bune [2,5].

Pentru a creşte şi a se dezvolta normal, plantele au nevoie de carbon, hidrogen şi oxigen, pe care le iau din aer şi apă, plus 13 elemente minerale esenţiale numite substanţe hrănitoare sau fertilizatori, pe care în mod normal le iau din sol [2,4,5]. După o folosire neraţională a resurselor pedologice, acestea sărăcesc în substanţe hrănitoare şi este necesară intervenţia omului prin aplicarea susţinută de îngrăşăminte chimice specifice, funcţie de carenţele solului. Prin urmare, îngrăşămintele înlocuiesc nutrienţii pe care plantele îi absorb din sol, iar fara acestea recoltele ar reduse [2,4,5].

Folosirea economică şi echilibrată a îngrăşămintelor este influenţată de diferiţi factori cum sunt: planta, clima şi solul. Plantele asimilează din sol substanţe nutritive în cantităţi care variază în funcţie de perioadele de dezvoltare. Dacă, în aceleaşi condiţii, necesarul de substanţe nutritive variază de la plantă la plantă, asimilarea elementelor hrănitoare din îngrăşăminte variază şi ea în funcţie de caracteristicile rădăcinilor plantei. Din acest motiv, cu cât îngrăşământul este administrat mai aproape de rădăcina plantei, cu atât plantele vor asimila

necessary substances. Even though there are other factors, heat and pluvial waters distribution that largely influence the process of assimilation by plants of nutrients from fertiliser [3,5].

MATERIALS AND METHODS

Machinery and equipment for applying chemical fertilisers are aimed to apply on soil surface or to spread and incorporate the fertilisers according to agronomic requirements of the crop plants.

The granular chemical fertiliser distribution equipment is a mechanically operated machine, semi-mounted or mounted. Figure 1 presents a semi-mounted fertiliser spreader.

The main components are:

- framework with wheels and traction device,
- trailer body for the fertiliser,
- conveyor,
- the dispenser,
- the distributor and transmission mechanism.

While working the body fertilisers are driven by the conveyor belt, passing through the dispenser slit and then routed through a tray on the distributor disk performing the spreading on the ground.

Technical equipment of granulated chemical fertilisers spreaders can be mounted or semi mounted and must meet the following requirements:

- To ensure the distribution of different types of fertilisers;
- To achieve the the norm of fertiliser imposed by plants;
- To achieve uniform distribution (maximum deviation +/- 20%);
- To ensure an easy exploitation [10].

mai bine substanțele care le sunt necesare. Chiar dacă există și alți factori, căldura și repartiția pluvială influențează în mare măsură procesul de asimilare de către plantă a substanțelor nutritive din îngrășământ [3,5].

MATERIALE SI METODA

Mașinile și echipamentele pentru aplicat îngrășăminte chimice au ca destinație administrarea pe suprafața solului sau distribuirea și încorporarea în sol a îngrășămintelor și conform cerințelor agrotehnice ale plantelor de cultură.

Echipamentele de administrat ingrasaminte chimice granulate sunt mașini cu acționare mecanică, semipurtate sau purtate. În Figura 1. este prezentată o mașină de împrăștiat îngrășăminte chimice semipurtată.

Principalele componente sunt:

- cadru prevăzut cu roți și dispozitiv de tracțiune,
- benă pentru îngrășământ,
- transportor,
- dozator,
- distribuitor și mecanism de transmisie.

În timpul lucrului îngrășămintele din benă sunt antrenate de banda transportorului, trec prin fanta dozatorului și apoi sunt dirijate cu ajutorul unui jgheab pe discul distribuitor care realizează împrăștierea lor pe sol.

Echipamentele tehnice de imprastiat ingrasaminte chimice granulate pot fi purtate sau semipurtate și trebuie să răspundă următoarelor cerințe:

- Sa asigure distribuirea mai multor tipuri de îngrășăminte;
- Sa realizeze norma de îngrășământ impusă de cerințele plantelor;
- Sa realizeze uniformitatea distribuției (abaterea maximă +/- 20%);
- Sa asigure exploatarea ușoară [10].

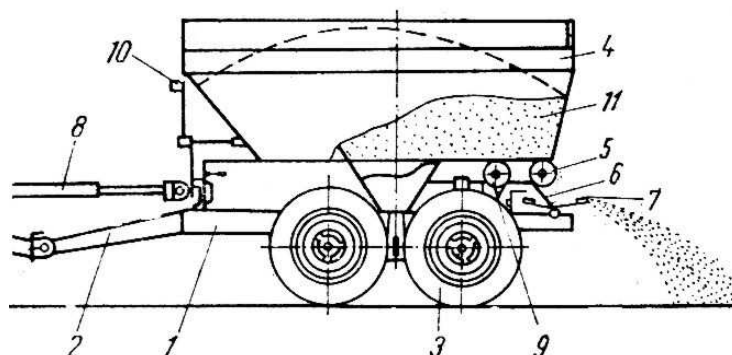


Fig. 1-Scheme of operation of the chemical fertiliser machine [9]:

1-framework; 2-traction device; 3-wheels; 4-the hopper; 5-conveyor; 6-tray; 7-disc spreader; 8- cardanic transmission; 9-the driving gear wheel; 10-dispensing handles of the mixers; 11-fertilisers

RESULTS

Distribution equipment with pneumatic action ensures the distribution of fertiliser mechanically dosed by means of a current of air created by a fan (Fig. 2.). The airflow at a speed of about 30-35 m/s, passes right through a dispenser and picks up the fertiliser. The particles are driven by the air stream and transported to distribution head, then through the driving tubes, arrive at the ends of the spreader and are applied on the ground.

The number of scattering is 8-20, and shall be adopted according to the width and height of the layout of the pipes toward the ground

Dosing of fertilizers is constant and is achieved through mechanical dosing machines (rollers with spurs, with grooves or drums with alveoli), and transport of fertiliser at the ends of the scattering and

REZULTATE

Aparatele de distribuție cu acțiune pneumatică asigură distribuirea îngrășămintelor dozate mecanic cu ajutorul unui curent de aer creat de un ventilator (Fig. 2.). Curentul de aer cu o viteză de circa 30 –35 m/s, trece prin dreptul unui dozator și preia îngrășământul. Particulele sunt antrenate de curentul de aer și transportate până la capul de distribuție, apoi prin tuburile de conducere, ajung la capetele de împrăștiere și sunt administrate pe sol.

Numărul capetelor de împrăștiere este de 8 - 20, și se adoptă în funcție de lățimea de lucru și de înălțimea de dispunere a conductelor față de sol.

Dozarea îngrășămintelor este constantă și se realizează prin intermediul unor aparate de dozare mecanice (cilindrii cu piteni, cu caneluri sau tambure cu alveole), iar transportul îngrășămintelor la capetele de

scattering them on the surface of the soil is done pneumatically. The width of these machines is included in the range 8-12 m and does not depend on the state of aggregation of fertilisers (granular, powder or crystals).

The degree of uniformity across the working width is high but nonetheless to all machinery with the pneumatic transport the danger of condensation appears on the inner walls of the tubes, a phenomenon which can cause the associated material to the walls joining the tubes and that finally causes clogging the pipes. To prevent clogging of the pneumatic system, it needs to operate without distributing fertilizers a period of time in which condensation is removed.

împrăștiere și împrăștierea lor pe suprafața solului se realizează pneumatic. Lățimea de lucru a acestor mașini este cuprinsă în intervalul 8 ÷ 12 m și nu depinde de starea de agregare a îngrășămintelor (granule, cristale sau praf).

Gradul de uniformitate pe lățimea de lucru este ridicat dar cu toate acestea la toate echipamentele tehnice cu transport pneumatic apare pericolul formării condensului pe pereții interiori ai tuburilor, fenomen care poate provoca aderarea materialului vehiculat la pereții tuburilor și care în final provoacă înfundarea conductelor. Pentru a prevenii înfundarea se recomandă ca sistemul pneumatic să funcționeze în gol o perioadă de timp în care se elimină condensul.

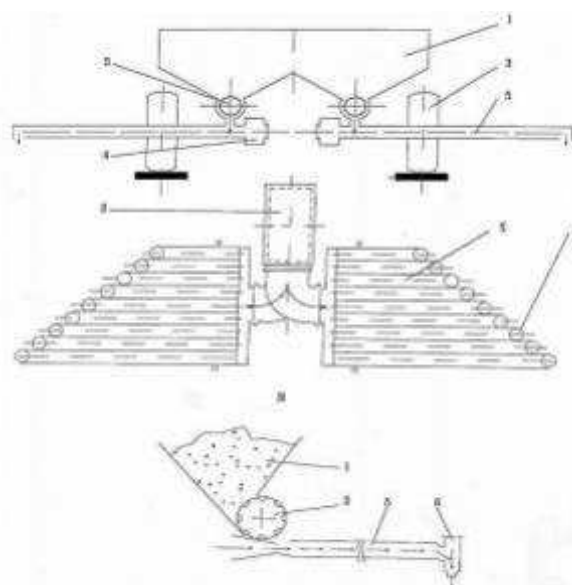


Fig. 2- Scheme of the machine for mineral fertilisers applying with individual mechanical dosing and pneumatic transport [8]: 1-bunkers; 2-fan; 3-hoppers; 4-Central ramp; 5-connecting pipes; 6-head spreader

Distribution devices with mechanical action.

This category comprises distribution equipment with discs with notches, etc. [6].

These are used on devices for applying fertilisers (Figure 3A and 3B), concurrently with the establishment of culture (through seeding or planting), or in the period of vegetation. It has spreading devices placed horizontally on the bottom of the supply box. During operation, the disc found in rotary motion takes the fertiliser from the box, and sends it to the leading tubes, where it arrives in openers. The flow adjustment is achieved by adjusting the slot cover and by changing the gear ratio.

Working width of these apparatus is 3-4 m and can ensure a uniformity of higher distribution (80-85%), regardless of the granulation of the fertilizer. The major disadvantage of these devices is the possibility of clogging easily. At the same time, under the action of high-intensity of mechanical agitators, dosing systems and scatter, fertilisers turns into paste and they calcify on the working bodies. Because of the disadvantages presented, as well as working capacity relatively small, these machines have a limited use.

Aparatele de distribuție cu acțiune mecanică.

Din această categorie fac parte: aparate de distribuție cu discuri cu creștături, aparate de distribuție cu discuri cu creștături, etc. [6].

Acestea sunt utilizate la echipamentele pentru încorporat îngrășămintă (Figura 3A. și 3B.) concomitent cu înființarea culturii (prin semănat sau plantat), sau în perioada de vegetație. Au distribuitoarele amplasate orizontal, pe fundul cutiei de alimentare. În timpul lucrului, discul care se găsește în mișcare de rotație, antrenează îngrășământul din cutie și îl trimite în tuburile de conducere, de unde ajunge în brăzdare. Reglarea debitului distribuitorului se realizează prin reglarea fantei și prin schimbarea raportului de transmisie.

Latimea de lucru ale acestor aparate poate fi de 3-4m și pot asigura o uniformitate de distribuție ridicată (80-85%), indiferent de starea de granulație a îngrășământului. Dezavantajul major al acestor aparate este posibilitatea de a se infunda foarte ușor. Totodată, sub acțiunea mecanică de mare intensitate a agitatoarelor și sistemelor de dozare și împrăștiere, îngrășămintele se transformă în pastă și se pietrifică pe organele de lucru. Datorită dezavantajelor prezentate, precum și capacității de lucru relativ mici, aceste mașini au o utilizare din ce în ce mai restrânsă.

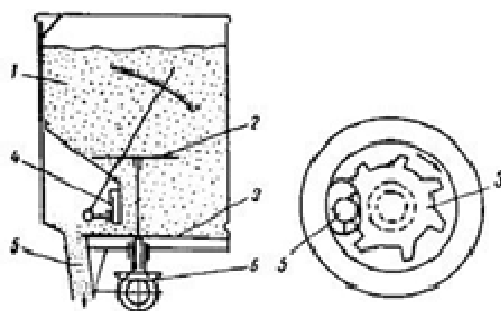


Fig. 3A. - Scheme of the distribution device with notched discs [2]: 1-box for fertilizers; 2-shaker; 3-distributor; 4-shutter; 5-tube driving; 6-gear

Distribution devices with centrifugal action are made with oscillating tube distributors or disk with pallets distributors (with one disc or two discs).

These devices ensure a working width larger than the constructive width of the machine [8].

Distribution device with oscillating tube (Fig 4.) consists of a box, located below the machine dosing system, which assembles various conical rods tubes, depending on the scattering way of the fertiliser. During working hours the pendular movement receives, an oscillating movement through a mechanism with eccentric, on a sector of a circle, running 350-550 races /min. Length of the sector of a circle can be changed, including the machine working width [6].

From the supply box, fertilisers go through the dispenser, where is determined the quantity of fertiliser, then get into swinging tube and under the action of centrifugal force, are scattered on the surface of the soil. This type of apparatus, equipped with various conical tubes scatter fertilisers in bands (used to fertilize the fruit trees and vines) [7].

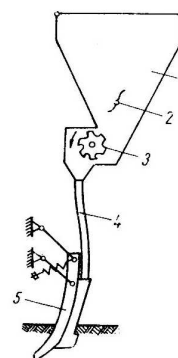


Fig 3B. Scheme of the equipment of applying solid chemical fertilisers [2]: 1-supply box, 2-shaker, 3 distribution apparatus- 4 driving tube 5- plow

Aparatele de distribuție cu acțiune centrifugală sunt realizate cu distribuitori cu tub oscilant sau distribuitori de tip disc cu palete (cu un disc sau cu două discuri).

Aceste aparate asigură o lățime de lucru mai mare decât lățimea constructivă a mașinii [8].

Aparatul de distribuție cu tub oscilant (Fig 4.) are în componență o casetă, amplasată sub dozatorul mașinii, pe care se montează diferite tuburi tronconice, în funcție de modul de împrăștiere a îngrășămintelor. În timpul lucrului tubul oscilant primește mișcare pendulară, prin intermediul unui mecanism cu excentric, pe un sector de cerc, executând 350–550 curse/min. Lungimea sectorului de cerc se poate modifica, implicit lățimea de lucru a mașinii [6].

Din cutia de alimentare, îngrășămintele trec prin dozator, unde are loc dozarea cantității de îngrășămintă, apoi ajung în tubul pendular și sub acțiunea forței centrifuge, sunt împrăștiate pe suprafața solului. Acest tip de aparat, echipat cu diferite tuburi tronconice poate împrăști îngrășămintele și în benzi (utilizat la fertilizarea pomilor fructiferi și la vița de vie) [7].

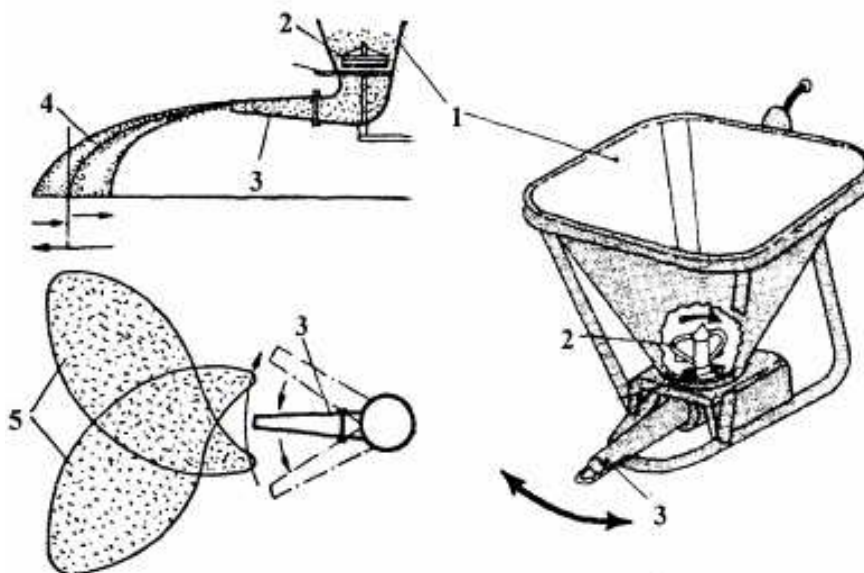


Fig 4. -The construction and working process of the device to manage the solids chemical fertilizers with oscillating tube: [6] 1-box of fertilizer; 2-shaker; 3-oscillating square tapering tube; 4,5-the scattering of material

Centrifugal distribution apparatus of disk type with pallets with one disk is represented by a horizontal disk-on which are attached straight or curved pallets. During operation, the distributor disc is in rotary motion with speeds of 500-800 Rot/min. Fertilisers are dosed in the amount adjusted, get on the distributor disc

Aparatul de distribuție centrifugal de tip disc cu palete cu un singur disc este reprezentat printr-un disc orizontal pe care sunt fixate palete drepte sau curbe. În timpul lucrului, discul distribuitor se află în mișcare de rotație cu turația de 500 – 800 rot/min. Îngrășămintele sunt dozate în cantitatea reglată, ajung pe discul distribuitor cu

with the help of a conveyour belt or gravitationally, where fertiliser particles are picked up by the pallets under the action of centrifugal force and are applied on the surface of the soil [7]. This equipment can apply fertilisers a high of 12m up to 32 m with a departure from the distribution uniformity of up to 20%. Constructive solutions adopted for dosing systems must allow for easy adjustment of quantities of fertiliser per hectare managed

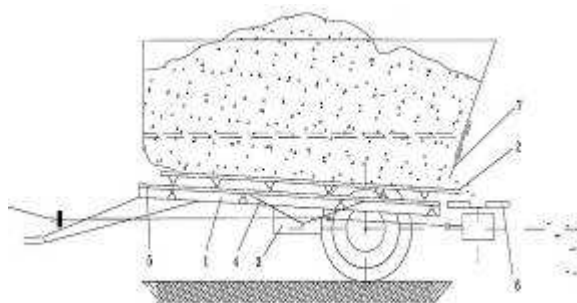


Fig. 5 - Scheme of the spreading machine towed with centrifugal action with oscillating bottom type conveyor [1]
1-frame; 2-conveyor; 3 vibrator motor; 4-connecting rod; 5-guiding rail; 6- spreader disc; 7-clamshell

In Figure 5. is a schematic diagram of a semi-trailer for spreading fertiliser by centrifugation, fitted with vibrating platform. The bottom of the hopper is attached to the frame of the semi-trailer with a connecting rod, and it receives an oscillation movement from the reduction gear by the connecting rod. The amount of material that falls on the spreader is adjustable with the calliper beam.

Figure 6 is a schematic diagram of a machine mounted on a centrifugation mineral fertilizer spreader, which is hinged to the bunker by bearings. At the bottom in the bunker is disposed the distribution apparatus of disk type with paddles mounted on the secondary shaft bevel gear driven by the PTO of the tractor, through the transmission shaft. Agitation of the material in the hopper is carried out by a crank and connecting rod mechanism by means of an eccentric, the disc being mounted on the shaft by means of connecting rods. The hopper is driven in oscillatory motion equal to the frequency of rotation of the centrifugal disc. Fertilizers dosed by dispenser with adjustable slots are conducted through the funnel, adjustable in position, on the centrifugal disc, where they are taken by the pallets and scattered on the land surface [7].

The distribution of granular fertilisers on the soil surface is conducted by a disc with paddle, arranged horizontally, which rotates at a constant speed. Constructively, these machines use one or two distribution devices of type disks with paddle, and disks can have a flat shape or a tronconic shape (Fig.7a and 7b). The pallets may be straight discs (arranged radially or inclined to the radial direction) and curved, having the same length or different lengths (in the case of rosette-shaped disc Fig. 8) [9].

ajutorul unui transportor cu bandă sau gravitațional, de unde, particulele de îngrășământ sunt preluate de palete și sub acțiunea forței centrifuge sunt administrate pe suprafața solului [7]. Aceste echipamente pot realiza administrarea îngrășămintelor pe o lățime de 12m până la 32m cu o abatere de la uniformitate de distribuție de până la 20%. Soluțiile constructive adoptate pentru sistemele de dozare trebuie să permită reglarea ușoară a cantităților de îngrășământ administrate pe hectar

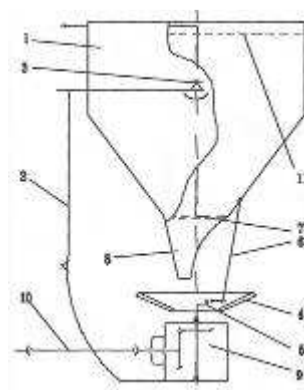


Fig. 6 - Scheme of the mounted equipment to manage chemical fertilizers by centrifugation with an disc [8]
1-the bunker; 2-frame; 3-the camps; 4- distribution apparatus; 5-connecting rod-crank mechanism; 6- connecting rods; 7-dispenser with slits; 8- feeding hopper

În Figura 5. este prezentată schema unei semiremorci pentru împrăștierea îngrășămintelor prin centrifugare, prevăzută cu platformă vibratoare. Fundul bunei este fixat de șasiul al semiremorci prin intermediul bielor, și primește mișcarea de oscilație de la reductorul, prin bielete. Cantitatea de material ce cade pe discul de împrăștiere se reglează cu ajutorul șuberului.

În Figura 6. este prezentată schema de principiu a unei mașini purtate de împrăștiat îngrășămintele minerale prin centrifugare, la care buncărul este fixat articulat de cadrul prin lagăre. În partea inferioară sub buncăr, este dispus aparatul de distribuție centrifug de tip disc cu palete, montat pe arborele secundar al reductorului cu angrenaj conic, acționat de la priza de putere a tractorului, prin transmisia cardanică. Agitarea materialului din buncăr se realizează de la un mecanism bielă manivelă spațial printr-un excentric, montat pe arborele discului prin intermediul unei bielete. Buncărul este antrenat în mișcare oscilatorie egală cu frecvența de rotație a discului centrifug. Îngrășămintele dozate de dozatorul cu fante reglabile, sunt dirijate prin pâlnia, reglabilă ca poziție, pe suprafața discului centrifug, de unde sunt preluate de paletele acestuia și împrăștiate pe suprafața terenului [7].

Distribuția îngrășămintelor minerale granulate pe suprafața solului este realizată de un disc cu palete, dispus orizontal, ce se rotește cu o turație constantă. Constructiv, aceste mașini folosesc unul sau două aparate de distribuție tip discuri cu palete, iar discurile pot avea formă plată sau tronconică (Fig.7a și 7b). Paletele discurilor pot fi drepte (dispuse radial sau înclinat față de direcția radială) sau curbe, având aceeași lungime sau lungimi diferite (în cazul discurilor în formă de rozetă, Fig. 8) [9].

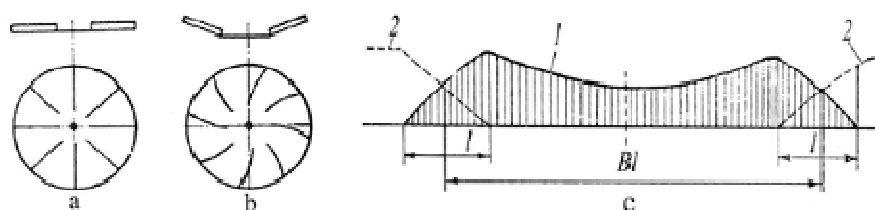


Fig.7 - Centrifugal distributors of disk type with pallets (single disc) [8]:
 a) straight pallets; b) curved pallets; c) establishment of uniformity of distribution of fertilisers
 B - working width of the machine; l - the width of the overlapping two passes of the machine;
 1 - first pass of the machine; 2 - The following passages of the machine

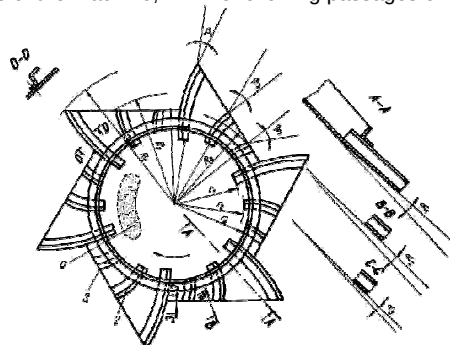


Fig.8 - Spreading rosette shaped disc [9]

The uniformity of the distribution of the fertiliser depends on a number of factors: the speed of the distributor; diameter and shape of the disc; the pallets tilting; how and where the supplying of the disk; disc parallel direction to the ground surface; distance from the soil surface; wind speed; the particle size of the fertiliser [7].

Due to the different lengths of pallets with different positions relative to each other, passing in front of feeding hole, are charged with different amounts of material to apply them at different distances, making different working widths. The applying curves obtained are overlapping coaxially, thus achieving uniformity of distribution across the width of the working layer of the fertiliser is applied in the central portion of approximately constant thickness (Fig. 9).

Uniformitatea de distribuție a îngrășămintelor depinde de o serie de factori: turația distribuitorului; diametrul și forma discului; înclinarea paletelor; modul și locul de alimentare a discului; paralelismul discului cu suprafața solului; distanța față de suprafața solului; viteza vântului; mărimea particulelor de îngrășământ [7].

Datorită paletelor de lungimi diferite cu poziții diferite una față de cealaltă, trecând prin dreptul guri de alimentare, acestea sunt încărcate cu diferite cantități de material pe care le administrează la distanțe diferite, realizând lățimi de lucru diferite. Curbele de administrare obținute se suprapun coaxial, realizându-se astfel uniformitatea de distribuție pe lățimea de lucru, stratul administrat de îngrășămintă fiind pe porțiunea centrală de grosime aproximativ constantă (Fig. 9).

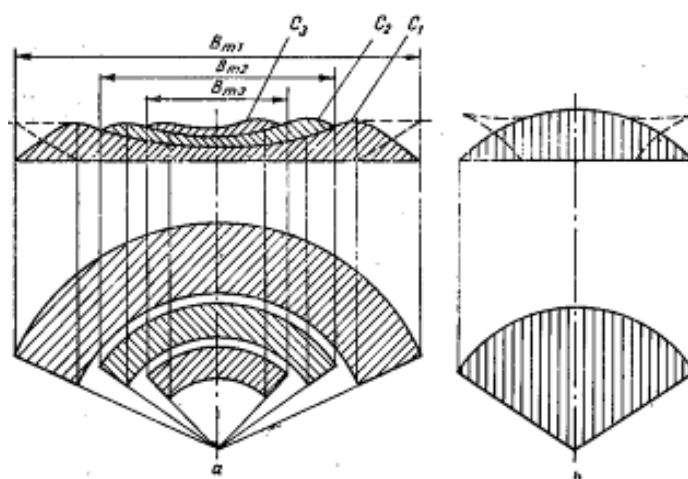


Fig.9 - Scheme uniformity curves [9]
 a - rosette type disc ; b - flat type disc

Centrifugal distribution apparatus of disk type with pallets with two disks(Fig.10.) performs the work in the same way as one disc apparatus, but provides a greater working width by about 30-40% and a satisfactory uniformity distribution compared to the distribution apparatus with pallets of the same length.

Aparatul de distribuție centrifugal de tip disc cu palete cu două discuri (Fig.10.) execută procesul de lucru în același mod ca și aparatul cu un disc, dar realizează o lățime de lucru mai mare cu circa 30–40% și o uniformitate satisfacătoare de distribuție față de discul cu palete de aceeași lungime.

The machines equipped with centrifugal action distribution apparatus have a greater reliability, simple and easy operation mode, have high capacity, but the uniformity of distribution requirements are not being met.

These machines are particularly suitable for application to the soil surface of the granulated fertilisers [1,6,7,8,10].

Mașinile echipate cu aparate de distribuție cu acțiune centrifugă au siguranță mare în exploatare, sunt simple și ușoare, au capacitate mare de lucru, dar cerințele privind uniformitatea de distribuție nu sunt satisfăcute.

Aceste mașini se pretează în special la aplicarea pe suprafața solului a îngrășămintelor granulate [1,6,7,8,10].

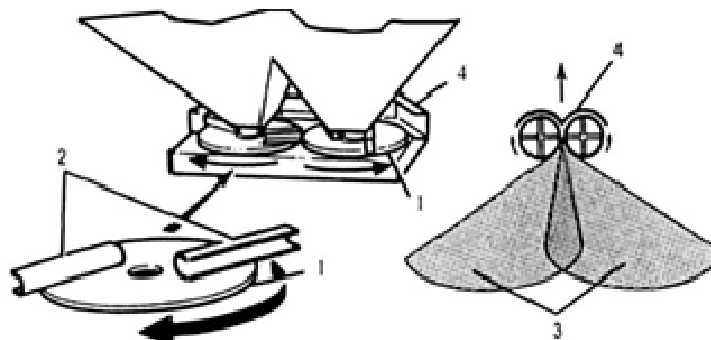


Fig. 10 - Centrifugal distributor with two disks with pallets [10]:

1 - distribution disc; 2 - pallets; 3 - the scattering; 4 – guards for protecting the discs

CONCLUSIONS

As discussed, the following conclusions can be drawn:

- the most common chemical fertiliser equipment is of the mounted and semi-mounted type;
- there are a variety of distribution apparatus designed for various working capacities, for different types of fertilisers etc.;
- the uniformity of the distribution of fertilisers vary from one machine to another, so air distribution apparatus has a uniformity of 85-90%, the mechanical action can achieve a uniformity of 80-85% and the centrifugal distribution apparatus have a deviation of the uniformity that can reach up to 20%;
- working width of these apparatus differs as well as the uniformity, as follows: pneumatic apparatus has a working width of between 8 and 12 m, 3...4 m for the mechanically operated unit, and the centrifugal operated one between 12 and 52m for the disc or discs and in the case of oscillating tube commonly used in applying of fertilisers in orchards and vineyards, has a working width of between 1 and 14 m.
- the distribution width for centrifugal devices is influenced by: the disc height from the ground; the distance between the disks; diameter and shape of the disks and also the layout of pallets .
- fertiliser standards required by the plant can be correlated using dispensers mounted on the equipment;
- all these distribution apparatus provide a distribution of several types of solid fertilisers;
- most of the devices rely on chemical fertiliser centrifugal principle and are the most common;
- is equipment with a disk or two disks with pallets, can be operated from the tractor PTO but rarely meets also equipment at which distribution is hydrostatic;
- feeding distribution unit with centrifugal action, in case of mounted equipment is done by gravity;
- the the distribution unit feeding with centrifugal action, if semi-mounted equipment is made with a rubber belt (smooth or with grooves) conveyor type, or chain conveyor with pockets;

CONCLUZII

Conform celor prezentate se desprind următoarele concluzii:

- echipamentele de administrat îngrășămintă chimice cele mai frecvent întâlnite sunt de tipul purtate și semipurate;
- există o varietate mare de aparate de distribuit proiectate pentru diferite capacități de lucru, pentru diferite tipuri de îngrășămintă;
- uniformitatea distribuției de îngrășămintă chimice diferă de la un aparat la altul, astfel aparatele cu distribuție pneumatică au o uniformitate de 85-90%, cele cu acțiune mecanică pot ajunge la o uniformitate de 80-85%, iar cele cu distribuție centrifugală abaterea de la uniformitate poate ajunge până la maxim 20% ;
- lățimea de lucru ale acestor aparate diferă astfel: aparatele cu acționare pneumatică au o lățime de lucru cuprinsă între 8 și 12 m, aparatul cu acționare mecanică 3...4 m, iar cel cu acționare centrifugală între 12 și 52m în cazul celui cu disc sau discuri iar în cazul celui cu tub oscilant utilizat de regulă la administrarea îngrășămintelor la plantațiile pomicole și cele viticole, are o lățime de lucru cuprinsă între 1 și 14 m.
- lățimea de distribuție în cazul aparatelor centrifugale este influențată de: înălțimea discurilor față de sol; distanța dintre discuri; diametrul și forma discului dar și dispunerea paletelor pe disc;
- normele de îngrășământ impuse de cerințele plantelor se poate corela cu ajutorul unor dozatoare montate pe aceste echipamente;
- toate aceste aparate de distribuție realizează o distribuție a mai multor tipuri de îngrășămintă chimice solide;
- majoritatea aparatelor de administrat îngrășămintă chimice se bazează pe principiu centrifugal sunt echipamente cu un disc sau cu două discuri cu palete, ce pot fi acționate de la priza de putere a tractorului dar mai rar se întâlnesc și echipamente la care distribuția se face hidrostatic;
- alimentarea aparatului de distribuție cu acțiune centrifugală, în cazul echipamentelor purtate, se face gravitațional;
- alimentarea aparatului de distribuție cu acțiune centrifugală, în cazul echipamentelor semipurate, se face cu ajutorul unui transportor de tip bandă cauciucată, lisa sau cu rifluri, sau transportor cu lanț cu alveole;

REFERENCES

- [1]. Alexandru T. (2005) – *Horticultural Machinery*, Sitech Publishing House, Craiova.
- [2]. Blaga Gh.(2002) – *Pedology* , Mega Publishing House, Cluj-Napoca.
- [3]. Dumitru M. (2000) - *Code of good agricultural practice*, Vox Publishing House, Bucharest.
- [4].<http://miboagro.blogspot.ro/p/ingrasaminte-agricole.html> - *Agricultural fertilisers*
- [5]. Madjar R., Davidescu V. (2009).– *Agrochemical*, USAMVB
- [6]. Neagu T., Popescu T. (1982) – *Tractors and machinery for horticulture*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest.
- [7]. Popa L., Ciupercă R., Nedelcu A., Andrei L., Guran G.,(2010) - *Researches concerning the achievement of a machine for spreading mineral fertilizers, with the possibility of spreading low rates*, Scientific symposium "Sustainable Agriculture - Agriculture Future "sixth Edition, Craiova, November 2010 publication:" Annals of University of Craiova: Agricultural Montanology Cadastre, Universitaria Publishing House, Craiova vol.XL / February 2010; pg.518 ... 522.
- [8]. Popescu O. (2006) – *Horticultural machinery* , Printech Publishing House, Bucharest
- [9]. Scripnic V., Babiciu P. (1979) - *Agricultural Machinery* Ceres Publishing House, Bucharest.
- [10]. Toma D. (1981) - *Farm Machinery*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alexandru T. (2005) – *Mașini horticole*. Editura Sitech, Craiova.
- [2]. Blaga Gh.(2002) – *Pedologie*” Editura Mega, Cluj-Napoca.
- [3]. Dumitru M. (2000) - *Cod de bune practici agricole*, Editura Vox, București.
- [4].<http://miboagro.blogspot.ro/p/ingrasaminte-agricole.html> - *Ingrasaminte agricole*
- [5]. Madjar R., Davidescu V. (2009).– *Agrochimie*, USAMVB
- [6]. Neagu T., Popescu T. (1982) – *Tractoare și mașini horticole*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [7]. Popa L., Ciupercă R., Nedelcu A., Andrei L., Guran G. (2010) - *Cercetări privind realizarea unei mașini destinată fertilizării cu ingrasaminte chimice solide, cu posibilitatea distribuirii unor norme reduse*, Simpozionul științific „Agricultura Durabilă – Agricultura Viitorului” Ediția a VI-a, Craiova, noiembrie 2010, Publicația: “Analele Universității din Craiova: Agricultura Montanologie Cadastu, Editura Universitaria, Craiova vol. XL/2 2010; pag.518...522.
- [8]. Popescu O. (2006) – *Mașini horticole*, Editura Printech, București.
- [9]. Scripnic V., Babiciu P. (1979) - *Mașini Agricole*, Editura Ceres, București
- [10]. Toma D. (1981) - *Mașini agricole*, Editura Didactică și Pedagogică, București.

A GEOMETRIC MODELING OF PRODUCT DESIGN-SCREWDRIVER

MODELAREA GEOMETRICĂ A DESIGNUL DE PRODUS – SURUBELNIȚĂ

As. Ph.D. Eng. Avramescu A.-M.¹, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹, As. Ph.D. Stud. Eng. Jugănaru E.-C.²,
As. Ph.D. Eng. Toderașc P.¹, Ph.D. Stud. Petcu A.S.³, As. Ph.D. Stud. Rugescu A.-M. M.¹

¹University "Politehnica" of Bucharest, Department of Engineering Graphics and Industrial Design, Bucharest, Romania

²University "Politehnica" of Bucharest, Department of Machine Manufacturing Technology, Bucharest, Romania

³National Research – Development Institute for Machines and Installations Designed to Agriculture and Food Industry, Romania
Tel: 0724.594.846; E-mail: avr_ana@yahoo.com

Abstract: In this paper we have presented a tool that could be useful to both professionals and the common man, for its use in home environment. Switching from one screwdriver to another is easy, made in less than 5 seconds, thus renouncing to the excruciating kits with more parts, several headsets or kits that are heavy and inconvenient. Throughout time there have appeared several models of screwdrivers, some of them are being used in certain industries and others worldwide. In this paper we have proposed a screwdriver which is authentic and has a simple design. The design of each component as well as the entire product are conceived for practice instead of appearance.

Key words: Screwdriver, concept, design, ergonomic, ecological

INTRODUCTION

From the moment that human being began to think and to build his home, he realized that the combination of different building materials requires a binder suitable for them which brings the greatest durability possible to the construction.

Over the time, the clay, nail, mortar, cement, rivet or bolt have appeared. Between connection systems of various joints, the bolt holds a special place in his close relationship with screwdriver for being easy to use in fastening, strength and being able to be reused [8]. Form and the operating mode of this new connecting element its strength and the fact that it could be reused, made it an universal tool for an entire range of industrial and construction operations, so tool manufacturers, including electric ones have conceived an industrial version of screwdriver. It had been born one of the tools that will give a miraculous boost to the industrial productivity [5].

THE PRODUCT EVOLUTION

The screwdriver is a tool consisting of a metal rod with a handle, having a widened blade top and serving for screwing and unscrewing. For a better understanding of its usefulness, we need to go through several steps in the history, noting also the evolution of the screw. In ancient times, the screw was first used as a component of screw pump (invention of Archimedes) by Sennacherib, king of Assyria for irrigation systems to the Hanging Gardens of Babylon, in the 7th century AC. It was described later by the Greek mathematician Archytas of Tarent (428-350 AC). By the 1st century BC, wooden screws were used in devices such as oil and wine presses. The metal screws used for fastening have not appeared in Europe until the 1400s [4, 5, 8].

The metal screw did not become a widely used part for fastening until the end of the eighteenth century, when mechanized tools have been developed for mass

Rezumat: În acest articol am prezentat o unealtă ce ar putea fi folositoare atât profesioniștilor, cât și omului de rând, pentru utilizarea ei în gospodărie. Trecerea de la o șurubelniță la alta se face ușor, în mai puțin de 5 secunde, renunțându-se astfel la trusele chinuitoare cu mai multe piese sau cu seturi de capete, truse ce sunt incomode și grele. De-a lungul timpului au apărut mai multe modele de șurubelnițe, unele dintre ele fiind folosite în anumite industrii, iar altele la nivel mondial. În articolul de față am propus o șurubelniță cu un design autentic și simplu. Designul fiecărei componente în parte, cât și a întregului produs, este gândit mai mult pentru practicabilitate, în detrimentul aspectului.

Cuvinte cheie: Șurubelniță, concept, design, ergonomic, ecologic

INTRODUCERE

Din momentul în care a început să gândească și să-și construiască propriile locuințe, de sine stătătoare, omul a realizat că pentru îmbinarea diferitelor materiale de construcții are nevoie de un liant potrivit pentru acestea, care să aducă o cât mai mare durabilitate construcției. Astfel au apărut, de-a lungul timpului, argila, ciulul, mortarul, cimentul, nitul sau șurubul. Între sistemele de prindere ale diverselor îmbinări un loc aparte îl deține șurubul, în strânsa lui legătură cu șurubelnița, pentru folosința sa ușoară în îmbinare, rezistență și pentru faptul că poate fi reutilizat [8]. Forma și modul de lucru al acestui nou element de prindere, rezistența sa și faptul că putea fi refolosit, l-a făcut universal pentru o întreagă gamă de operațiuni din industrie și construcții, astfel că producătorii de unelte, inclusiv electrice, au conceput o versiune industrială a șurubelniței. Se născuse astfel una dintre uneltele ce vor da un avânt miraculos productivității industriale [5].

EVOLUȚIA PRODUSULUI

Șurubelnița este o unealtă metalică alcătuită dintr-o tijă cu mâner, având vârful lățit ca un tăiș și servind la înșurubarea și deșurubarea șuruburilor. Pentru a înțelege mai bine utilitatea ei, trebuie să parcurgem câțiva pași din istorie, notând, de asemenea, evoluția șurubului. În antichitate, șurubul a fost utilizat prima oară ca o componentă a pompei șurub (invenție a lui Arhimede) de către Sennacherib, regele Assyriei, pentru sistemele de irigație pentru Grădinile suspendate din Babylon, în secolul 7 AC. El a fost descris ulterior de către matematicianul grec Archytas din Tarent (428 – 350 AC). Până în secolul 1 IH, șuruburile de lemn erau utilizate la aparate precum presele de ulei și de vin. Șuruburile de metal utilizate pentru fixare nu au apărut în Europa până în anii 1400 [4, 5, 8].

Șurubul de metal nu a devenit un organ de îmbinare foarte utilizat până la sfârșitul secolului al XVIII-lea, când s-au dezvoltat uneltele mecanizate, pentru producția în

production. The screwdriver is a tool for fastening and inserting screws. It is made of a handle and a tip (head), which falls in gear with a screw, resulting in a mechanism for applying torque, by rotation of the tip. A common hand-held screwdriver has a handle that is almost cylindrical, having a built-in shaft, which ends with a tip that is designed to fit a specific type of bolt [4].

The screwdriver was invented in Germany in the late fifteenth century. The first documentations regarding this tool appeared in Medieval Castle Wolfegg book published sometime between 1475 and 1490. The original screwdriver had a pear-shaped handle and was used for slotted screws [4].

The screwdriver was obviously a screw dependent tool and became popular worldwide when screws became easier to produce. The screws have been very difficult to produce on the first industrial revolution, requiring the production of a helix on a conical surface. Two brothers, Job and William Wyatt, found a way to produce a screw in a machine that cut the slotted head first and then carved the helix. Although, eventually, their business failed, it has led to a real boost in popularity of the screw and screwdriver. This increase in popularity has led to the refining and diversification of screwdrivers.

One of the most popular designs of the screwdriver was conceived by the Canadian P.L. Robertson, without realizing it, when he patented the screw hole in 1907. These screws have grown in popularity and still are some of the favorite mechanics. Nevertheless Robertson has had problems with promoting his invention in the automotive industry which was growing because he was not willing to give up the patent. Meanwhile, Henry F. Phillips has patented his own invention, an improved version with a cross-shaped cavity, known today as the Phillips screw. It was formally submitted to the American Screw Company and, following a trial, in 1936, came into use in the automotive industry. Phillips screw became and remained the most popular worldwide, although some experts still prefer Robertson screw.

The screwdriver remains one of the most used tools in both the professional production and people's homes. The Ebeniste screwdriver has one of the longest handles with oval or ellipsoid section. It is designed to improve the adhesion and prevent the tool to emerge from the groove of the screw. This shape is been popular for approximately 200 years and is usually associated with flat tip screw slot, but has been used with many types of tip. Modern screwdrivers, made of plastic, use a hexagonal handle section in order to meet the same conditions, and it can be said that has evolved greatly from pear-shaped handle in the late fifteenth century.

Screwdrivers exist within a wide variety of sizes to accommodate a variety of screws, from jeweler ones to the largest ones. When using a screwdriver which is not adjusted to the screw size, it may get broken while being tightened. When it cuddle with force, it is appropriate to push the screw as strong as possible.

MATERIAL AND METHOD

Product proposal

Over time there have appeared several models of screwdrivers, some of which are used in certain industries and others worldwide.

The simplest form is that of a screwdriver formed from a plastic handle and a shaft of steel which has at its end

masă. Șurubelnița este o unealtă pentru inserarea și prinderea șuruburilor. Este alcătuită dintr-un mâner și un vârf (cap), care intră în angrenaj cu un șurub, rezultând un mecanism de aplicare a momentului de torsiune, prin rotația vârfului. O șurubelniță comună de mână are un mâner care este aproximativ cilindric, ce are încastrat un ax, care se termină cu un vârf ce este construit să se potrivească unui anumit tip de șurub [4].

Șurubelnița a fost inventată în Germania la sfârșitul secolului al XV-lea. Primele documentații despre această unealtă au apărut în Cartea Medievală a Castelului Wolfegg, publicată undeva între 1475 și 1490. Șurubelnița originală avea un mâner în formă de pară și era utilizată pentru șuruburile crestate [4].

Șurubelnița a fost, evident, dependentă de șurub, și a devenit populară la nivel mondial odată cu momentul în care șuruburile au devenit ușor de produs. Șuruburile au fost foarte dificil de produs înainte de prima revoluție industrială, necesitând producerea unui elicoid pe o suprafață conică. Doi frați, Job și William Wyatt, au găsit o modalitate de a produce un șurub într-un aparat care tăia mai întâi capul crestă și apoi sculpta elicoidul. Deși, în cele din urmă, afacerea lor a eșuat, a condus la o creștere semnificativă a popularității șurubului și a șurubelniței. Această creștere a popularității a condus la rafinarea și diversificarea șurubelnițelor.

Unul dintre cele mai populare design-uri ale șurubelniței a fost conceput de către canadianul P.L. Robertson, fără să-și dea seama, când a patentat șurubul cu cavitate, în 1907. Aceste șuruburi au crescut în popularitate și încă sunt unele dintre preferatele mecanicii. Cu toate acestea, Robertson a întâmpinat probleme cu promovarea invenției sale în industria auto care era în mare creștere, deoarece nu era dispus să renunțe la patentare. Între timp, Henry F. Phillips a patentat propria sa invenție, o versiune îmbunătățită cu o cavitate în formă de cruce, cunoscut astăzi ca șurubul Phillips. Acesta a fost prezentat Companiei Americane de Șuruburi și, în urma unui proces, în 1936 a intrat în folosință în industria auto. Șurubul Phillips a devenit și a rămas cel mai popular în întreaga lume, deși unii dintre experți încă preferă șurubul lui Robertson.

Șurubelnița rămâne una dintre cele mai utilizate unelte atât în domeniul producției profesionale, cât și în casele oamenilor. Șurubelnița ebenistului are unul dintre cele mai lungi mânere, cu secțiunea ovală sau elipsoidă. Aceasta are rolul de a îmbunătăți aderența și de a preveni unealta să iasă din creștătura șurubului. Această formă este populară de aproximativ 200 de ani și este asociată, de obicei cu vârful plat pentru șurubul cu creștătură, dar a fost utilizată cu foarte multe forme ale vârfului. Șurubelnițele moderne, din plastic, utilizează un mâner cu secțiunea hexagonală, pentru a îndeplini aceleași condiții, și se poate spune că a evoluat foarte mult de la mânerul în formă de pară de la sfârșitul secolului al XV-lea.

Șurubelnițele există într-o largă varietate de mărimi, pentru a se adapta varietății de șuruburi, de la acelea de bijutier, la cele mai mari. Dacă se utilizează o șurubelniță care nu este pe măsura șurubului, acesta poate fi avariât în timp ce este strâns. Când se strânge cu forță, este indicat să se apese cât mai puternic asupra șurubului.

MATERIAL ȘI METODĂ

Propunerea produsului

De-a lungul timpului au apărut mai multe modele de șurubelnițe, unele dintre ele fiind folosite în anumite industrii, iar altele la nivel mondial.

Cea mai simplă formă o reprezintă șurubelnița

one of the shapes described above. The handle is made, more precisely, from cellulose acetate which is extruded through a hole having a desired shape. The method of assembly thereof varies depending on the desired quality of the tool.

Another type of construction is the screwdriver with a set of interchangeable heads. Their shaft ends in a model that can be attached to the ends of different shapes and sizes.

Its advantages are enhanced practicality, much smaller space it occupies such a kit instead of one with one kit with screwdriver for each head model and rapid transition from one type of screwdriver to another, as needed, by simply changing the head [4].

Another variant which became widespread is the powered screwdriver. The first electric screwdriver was developed and manufactured by the German company FEIN in 1925, its shape and driving resembling to a rotary hammer, only at a much smaller scale. In these days, the electric screwdrivers are made of: batteries; engine; gearbox; switch; gripping mechanism of the screwdriver head [3, 5, 7].

formată dintr-un mâner de plastic și un ax de oțel ce are la capăt una dintre formele prezentate mai sus. Mânerul este confecționat, mai exact, din acetat de celuloză, ce este extrudat printr-un orificiu, luând forma dorită. Modalitatea de asamblare a acestuia diferă în funcție de calitatea dorită a uneltei.

O altă formă constructivă o reprezintă șurubelnița care are un set de capete interschimbabile. Axul acestora se termină într-un model la care pot fi atașate capete de diferite forme și dimensiuni.

Avantajele acesteia sunt practicabilitatea sporită, spațiul mult mai mic pe care îl ocupă o trusă de acest gen, față de una cu câte o șurubelniță pentru fiecare model de cap și trecerea rapidă de la un tip de șurubelniță la altul, în funcție de necesități, prin simpla schimbare a capului [4].

O altă variantă constructivă, care a luat amploare este șurubelnița acționată electric. Prima șurubelniță electrică a fost concepută și fabricată de către compania germană FEIN în anul 1925, forma și modul ei de acționare fiind asemănătoare cu a unui ciocan rotopercutor, doar că la o scară mult mai mică. Astăzi, șurubelnițele electrice sunt alcătuite din: baterii; motor; cutie de viteze; întrerupător; mecanism de prindere a capului de șurubelniță [3, 5, 7].



Fig. 1 – Example of the screwdriver [10]

RESULTS

Geometric modeling of product design –screwdriver

Constructive variant of the proposed product is found in the picture 2.

The design of each component as well as the entire product are conceived more for practicality instead of appearance. Nevertheless it is observed a continuing trend line and angles which form the product.

REZULTATE

Modelarea geometrică a designului de produs – șurubelniță

Varianța constructivă a produsului propus se regăsește în figura 2.

Designul fiecărei componente în parte, cât și a întregului produs, este gândit mai mult pentru practicabilitate, în detrimentul aspectului. Cu toate acestea, se observă o tendință de continuitate a unghiurilor și a liniilor ce alcătuiesc produsul.



Fig. 2 – Product design

Organization forms of product

In the most part, product components are obtained by the casting and processed [6]. The final form of product consists of the following parts:

Organizarea formelor produsului

În ce mai mare parte, componentele produsului sunt obținute prin procedee de turnare, și prelucrate [6]. Forma finală a produsului este alcătuită din următoarele piese:

- main body;
- the head, that contains the articulation system;
- proper screwdrivers;
- ring on which they are articulated on;
- head screw that secures the main body joints (standardized);
- the cover of the main body;
- the ring that allows fixation of screwdrivers along the body.

The main body is obtained by high pressure castings of a cylinder with a diameter of about 43 mm and a height of 105 mm [3]. Then, by cutting processes the material excess is removed, giving the final shape that performs channels that will enter the screwdrivers rods, and will make holes for mounting slot batteries and head main body.

The head is made by molding a cylinder with a diameter of 30 mm and a height of 35 mm, after which the material excess is removed and channels that allow for the mobility of the screwdrivers and their mounting holes by turning process, are carried out [3, 4].

Screwdrivers are made by cold forging because it can obtain better finishing of the surfaces and a superior control over dimensions, after which the hole through which will pass the articulation ring is performed.

The joint ring is made a cylindrical metallic rod and it has diameter of approximately 2.2 mm, out of which are cut fixed length pieces, which, through deformation are transformed into a ring that is not completely closed because it requires a space to insert the screwdrivers.

The cover of the main body is made by casting a cylinder with a diameter of about 43 mm and a height of about 23 mm, followed by cutting and removing the excess of material, giving the final form, and the thread hole by turning are performed [2, 6, 9].

Due to products destination, meaning its daily use by people dealing with repairs of small and medium sized objects and household use, it was desired to manufacture a product which be accessible in dimensions for use with lightweight and a low production cost [3, 6, 7].

Thus, the predominant material is plastic and the component that requires high strength is made of steel, as follows [4]:

- the main body is made of rigid plastic in order to allow processing by cutting;
- the cover is made of the same plastic;
- the head joints are made of OL 37 steel;
- the ring joints along with screwdrivers are made of OL 37 steel;
- the ring that allows screwdrivers attachment besides the main body is made of plastic.

The main body color is black, also combined with grey of jointed head and chrome steel screwdrivers for a pleasant contrast [1].

Technical solutions for mounting technology

Assembly of components is exclusively handmade being relatively simple performed. For example, it is estimated that a man can install the entire product within approximately 5 minutes. If product market demand I greatly increases, there will be an assembly line. Assembly

- corpul principal;
- capul, ce conține sistemul de articulație;
- șurubelnițele propriu-zise;
- inelul pe care se articulează acestea;
- șurubul care prinde capul cu articulațiile de corpul principal (standardizat);
- capacul corpului principal;
- inelul ce permite fixarea șurubelnițelor pe lângă corp.

Corpul principal se obține prin turnarea sub presiune a unui cilindru cu diametrul de aproximativ 43 mm și înălțimea de 105 mm [3]. Apoi, prin procedee de aşchiere se înlătură materialul în surplus, dându-se forma finală, se realizează canalele în care vor intra tijele șurubelnițelor, și se vor realiza găurile pentru lăcașul bateriilor și pentru prinderea capului de corpul principal.

Capul este realizat prin turnarea unui cilindru cu diametrul de 30 mm și înălțimea de 35 mm, după care se înlătură surplusul de material și se realizează canalele care permit mobilitatea șurubelnițelor și găurile de prindere prin strunjire [3, 4].

Șurubelnițele sunt realizate prin forjare la rece, deoarece se pot obține finisări mai bune ale suprafețelor și un control superior asupra dimensiunilor, după care se finisează și se dă gaura prin care va trece inelul de articulație.

Pentru inelul de articulație se realizează o tijă metalică cilindrică cu diametrul de aproximativ 2,2 mm, din care se taie bucăți de dimensiuni fixe, care, prin deformare, se transformă într-un inel care nu este închis complet, deoarece este nevoie de un spațiu pentru a introduce șurubelnițele.

Capacul corpului principal se realizează asemănător corpului, prin turnarea unui cilindru cu diametrul de aproximativ 43 mm și înălțimea de aproximativ 23 mm, după care se înlătură prin aşchiere surplusul de material, dându-se forma finală, și se realizează găurile și filetul prin strunjire [2, 6, 9].

Având în vedere destinația produsului, adică utilizarea zilnică de către persoane care se ocupă cu reparațiile obiectelor de dimensiuni mici și medii, cât și utilizarea în gospodărie, s-a dorit realizarea unui produs cu dimensiuni care să permită utilizarea accesibilă, cu o greutate redusă, dar care să aibă și un cost de producție scăzut [3, 6, 7].

Astfel, materialul predominant este plasticul, iar componentele care necesită o rezistență sporită, sunt confecționate din oțel, după cum urmează [4]:

- corpul principal este confecționat din plastic rigid, pentru a permite prelucrarea sa prin aşchiere;
- capacul este confecționat din același plastic;
- capul cu articulații este confecționat din oțel OL 37;
- inelul de articulații împreună cu șurubelnițele sunt făcute tot din OL 37;
- inelul ce permite prinderea șurubelnițelor pe lângă corpul principal este realizat din plastic.

Culoarea corpului principal este negru, și este combinat cu gri-ul capului cu articulații, și oțelul cromat al șurubelnițelor, pentru un contrast plăcut [1].

Soluții tehnice pentru tehnologia de montaj

Montajul componentelor se face exclusiv manual, acest lucru realizându-se relativ simplu. De exemplu, se estimează că un om poate monta întregul produs în aproximativ 5 minute. Dacă cererea produsului pe piață va crește foarte mult, se va realiza o linie de asamblare. Procedee de montaj se realizează urmărind 6 pași bine

process is performed following six well-defined steps that we will go through also with the help of images. First, the joint screwdrivers on the ring should be arranged. These are inserted through the space left for fixing the ring, figure 3.

The ring is then placed inside the channel on head of the joint, at the same time, being placed a screwdriver in specially designed channels, figure 3.



definiți pe care îi vom parcurge și cu ajutorul imaginilor. În primul rând, se aranjează șurubelnițele pe inelul de articulație. Acestea se introduc prin spațiul lăsat pentru fixarea inelului, figura 3.

Inelul este plasat apoi în canalul de pe interiorul capului de articulație, plasându-se în același timp șurubelnițele în canalele create special, figura 3.



Fig. 3 - Assembly of components

The next step is fixing the articulation head to the main body of the piece; taking into consideration that the extension flat sides have to coincide with the ones inside the hole from the body. Further, will be introduced the threaded screw hole in the head joint by attaching it to the main body, figure 4.

Următorul pas este fixarea capului de articulație pe corpul principal al piesei, avându-se în vedere ca fețele plate de pe prelungire să coincidă cu cele din interiorul găurii date în corp. În continuare, se va introduce șurubul în gaura cu filet realizată în capul de articulație, fixându-l de corpul principal, figura 4.



Fig. 4 - Assembly of components

The next step is to screw the cover. The final part is the attachment ring assembly which helps catching screwdrivers attached to the main body, figure 5. This is mounted by forcing its channel especially created for it. The main body has a rib on which "fits" the ring, not allowing it to rotate around the body.

Pasul următor este înfiletarea capacului. Partea finală a asamblării o reprezintă fixarea inelului ce ajută la prinderea șurubelnițelor pe lângă corpul principal, figura 5. Acesta se montează prin forțarea sa în canalul special creat pentru el. Corpul principal are o nervură pe care se "mulează" inelul, pentru a nu-i permite să se învârtă în jurul corpului.



Fig. 5 - Assembly of components – final product

CONCLUSIONS

In this paper we have presented a tool that could be useful to both professionals and the common man, for its use in the household environment. The transition from one screwdriver to another is made easy, in less than 5 seconds, thus canceling the excruciating kits with more pieces or headsets, kits that are unhandy and heavy.

Also the incorporated flashlight LED makes it more useful compared to other similar products, is very useful in many dark places where you can find screws. Is

CONCLUZII

În acest articol am prezentat o unealtă ce ar putea fi folositoare atât profesioniștilor, cât și omului de rând, pentru utilizarea ei în gospodărie. Trecerea de la o șurubelniță la alta se face ușor, în mai puțin de 5 secunde, renunțându-se astfel la trusele chinuitoare cu mai multe piese sau cu seturi de capete, truse ce sunt incomode și grele.

De asemenea, lanterna cu leduri încorporată o face mult mai utilă față de celelalte produse asemănătoare, fiind foarte utilă în nenumăratele spații întunecoase unde se pot

manufactured from cheap resilient materials, relatively easy to process, there are no strong friction between parts, things that makes us easy to estimate a very high lifetime of the product.

Over the past years the recycling problem and environmental protection matter increased, being promoted environmentally friendly products not only during their lives but also after their malfunction. Multifunctional screwdriver shall submit to such rules, being made of materials that can be easily recycled.

They also have a high availability, with no risk of running out of raw materials during the mass production. The large diversity of screwdrivers shapes available on the market is due to the evolution in terms of shape, quality and ergonomics. Although the basic geometric shape is generally the same, they are constantly trying to improve them by using quality materials or by revolutionizing their functionality, as is the case of this paper. The version proposed in this paper will be appreciated for its practicality.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author wishes to thank Mr. Andrei Mintianschi for the support given to geometric modeling of the product design.

REFERENCES

- [1]. Ann-Christine Falck, Roland Örtengren, Mikael Rosenqvist, *Assembly failures and action cost in relation to complexity level and assembly ergonomics in manual assembly (part 2)*, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 44, Issue 3, May 2014, pg. 455–459.
- [2]. Fanglan Zhang, Minglang Yang, Weidong Liu, *Using integrated quality function deployment and theory of innovation problem solving approach for ergonomic product design*, Computers & Industrial Engineering, Volume 76, October 2014, pg. 60–74;
- [3]. Joachim Hermsdörfer, *Role of manipulation knowledge in routine tool use*, Cortex, Volume 57, August 2014, pg. 292-293;
- [4]. Jouni Freund, Esa-Pekka Takala, Risto Toivonen, *Effects of two ergonomic aids on the usability of an in-line screwdriver*, Applied Ergonomics, Volume 31, Issue 4, 1 August 2000, pg. 371-376;
- [5]. Lawrence J.H. Schulze, Jerome J. Congleton, Rodger J. Koppa, R.Dale Huchingson, *Effects of pneumatic screwdrivers and workstations on inexperienced and experienced operator performance*, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 16, Issue 3, September 1995, pg. 175-189;
- [6]. Patrick G Dempsey, Raymond W McGorry, Niall V O'Brien, *The effects of work height, workpiece orientation, gender, and screwdriver type on productivity and wrist deviation*, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 33, Issue 4, April 2004, pg. 339-346;
- [7]. Steven L. Johnson, Larry J. Childress, *Powered screwdriver design and use: Tool, task, and operator effects*, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 2, Issue 3, May 1988, pg. 183-191;
- [8]. Tony Cederqvist, Mats Lindberg, *Screwdrivers and their use from a Swedish construction industry perspective*, Applied Ergonomics, Volume 24, Issue 3, June 1993, pg. 148-157;
- [9]. Zhong Li, Shengwei Qin, Xiaogang Jin, Zeyun Yu, Jiao Lin, *Skeleton-enhanced line drawings for 3D models*, Graphical Models, Volume 76, Issue 6, November 2014, pg. 620–632;
- [10]. *** www.dedeman.ro

găsi șuruburi. Este fabricată din materiale ieftine, rezistente, relativ simplu de prelucrat, nu există frecări puternice între piese, lucruri care ne fac să estimăm o durată de viață a produsului foarte mare.

În ultimii ani, problema reciclării și a protecției mediului s-a accentuat, fiind promovate produsele cât mai puțin poluante, atât în timpul vieții lor, cât și după defectarea acestora. Șurubelnița multifuncțională se supune acestor reguli, fiind confecționată din materiale care pot fi reciclate cu ușurință. Totodată, acestea au o disponibilitate sporită, neexistând riscul de a rămâne fără materii prime în timpul producției. Diversitatea mare a formelor șurubelnițelor existente pe piață se datorează faptului că acestea evoluează din punct de vedere al formei, a calității și a ergonomicității. Deși forma geometrică de bază este în general aceeași, se încearcă în mod constant îmbunătățirea lor prin utilizarea materialelor de calitate sau prin revoluționarea funcționalității lor, așa cum este cazul în acest articol. Varianta propusă aici va fi apreciată pentru practicabilitatea ei.

MULȚUMIRI

Primul autor dorește să mulțumească domnului Andrei Mintianschi pentru sprijinul oferit la modelarea geometrică a produsului.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Ann-Christine Falck, Roland Örtengren, Mikael Rosenqvist, *Eșecuri de asamblare și costuri de acțiune în funcție de complexitatea nivelului și asamblării ergonomice în asamblare manuală*, Jurnal Internațional de Ergonomie industrială, Volum 44, Ediția 3, mai 2014, pag. 455–459.
- [2]. Fanglan Zhang, Minglang Yang, Weidong Liu, *Utilizarea funcției calitatii integrate și teoria abordării rezolvării problemelor de inovație prin designul ergonomic de produs*, Inginerie industrială și calculatoare, Volumul 76, octombrie 2014, pag. 60–74;
- [3]. Joachim Hermsdörfer, *Rolul cunoștințelor manipularii în folosirea uneltelor de rutină*, Cortex, Volumul 57, August 2014; pag. 292-293;
- [4]. Jouni Freund, Esa-Pekka Takala, Risto Toivonen, *Efectele a două ajutoare ergonomice cu privire la gradul de utilizare a unei șurubelnițe în serie*, Ergonomie Aplicată, Volumul 31, Ediția 4, 1 august 2000, pag. 371-376;
- [5]. Lawrence J.H. Schulze, Jerome J. Congleton, Rodger J. Koppa, R.Dale Huchingson, *Efectele șurubelnițelor pneumatice și stațiile de lucru cu privire la performanța operatorului cu sau fără experiență*, Jurnal Internațional de Ergonomie industrială, Volum 16, Ediția 3, septembrie 1995, pag. 175-189;
- [6]. Patrick G Dempsey, Raymond W McGorry, Niall V O'Brien, *Efectele înălțimii de lucru, orientare piesei și tipul șurubelniței asupra productivității și deviația încheieturii mâinii*, Jurnal Internațional de Ergonomie industrială, Volum 33, Ediția 4, aprilie 2004, pag. 339-346;
- [7]. Steven L. Johnson, Larry J. Childress, *Utilizarea și designul puterii șurubelniței: efectele instrumentului, sarcinilor și operatorului*, Jurnal Internațional de Ergonomie industrială, Volum 2, Ediția 3, mai 1995, pag. 175-189;
- [8]. Tony Cederqvist, Mats Lindberg, *Șurubelnițe și utilizarea lor dintr-o perspectivă suedeză în industria construcțiilor*, Ergonomie Aplicată, Volum 24, Ediția 3, iunie 1993, pag. 148-157;
- [9]. Zhong Li, Shengwei Qin, Xiaogang Jin, Zeyun Yu, Jiao Lin, *Îmbunătățirea Skeleton desenelor pentru modelele 3D, modele grafice* Volumul 76, Ediția 6, noiembrie 2014, pag. 620–632;
- [10]. *** www.dedeman.ro

EXPERIMENTAL RESEARCH REGARDING THE SUNFLOWER SEEDS HUMIDITY INFLUENCE ON HUSKING PROCESS / CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA UMIDITĂȚII SEMINTELOR DE FLOAREA SOARELUI ASUPRA PROCESULUI DE DECORTICARE

As. Ph.D. Stud. Eng. Toderasc P.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Petcu A.S.²⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹⁾,
As. Ph.D. Eng. Avramescu A-M.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Biriș S.Ș.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Ciobanu V.²⁾

¹⁾Politehnica University of Bucharest / Romania ²⁾ INMA Bucharest / Romania ²⁾;

Tel: 0748537194; E-mail: petruta.toderasc@yahoo.com

Abstract: Husking plays an important role in the manufacturing process because the shell absorbs an appreciable amount of oil that at pressing and extraction gives up harder than the core. This paper presents the study of efficiency of seeds huller machine DS-1 for different types of sunflower seeds. The results and conclusions of this study are useful in identifying optimal operating parameters to achieve maximum efficiency for equipment shelling sunflower seeds.

Keywords: vegetable oils, milling, sunflower.

INTRODUCTION

Oils and fats found in nature in plant tissues are concentrated in the seeds, the pulp, tubers or seeds. In our country main raw material is the oil seed producing plants.

Sunflower seed (Figure 1) consists of the outer shell (hull), a thin peel (skin) and the core itself consists of two cotyledons. The skin is intergrown with cotyledons. On the other hand it also adheres to the seed shell. At peeling, the skin breaks remaining part adherent to the shell, and the rest of the core. [1]

Rezumat: Decorticarea are un rol important în procesul de fabricare a acestora deoarece coaja absoarbe o cantitate apreciabilă de ulei pe care la presare și extracție o cedează mult mai greu decât miezul. În lucrare se prezintă studiul eficienței decorticatorului DS-1 pentru diferite tipuri de semințe de floarea soarelui. Rezultatele și concluziile acestui studiu sunt utile în identificarea parametrilor optimi de funcționare pentru a obține randament maxim în cazul echipamentului de decorticare a semințelor de floarea soarelui.

Cuvinte cheie: uleiuri vegetale, decorticare, floarea soarelui

INTRODUCERE

Uleiurile și grăsimile vegetale se găsesc în natură în țesutul plantelor, fiind concentrate în semințe, în pulpă, în sămburele fructelor, în tuberculi sau în germeni. Pentru țara noastră principala materie primă o reprezintă plantele oleaginoase producătoare de semințe.

Sămânța de floarea-soarelui (figura 1.) se compune din învelișul exterior (coaja), o peliță subțire (tegumentul) și miezul propriu-zis, compus din două cotiledoane. Tegumentul este concrescut cu cotiledoanele. Pe de altă parte acesta aderă și la coaja semințelor. La decojire, tegumentul se rupe rămânând o parte aderentă la coajă, iar restul la miez.[1]

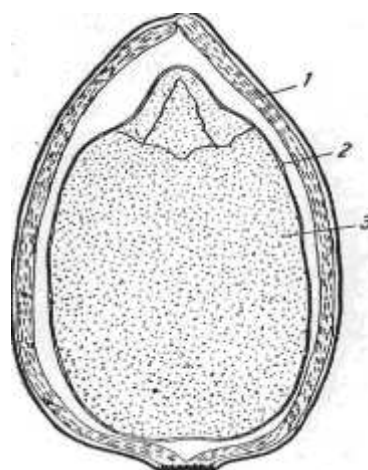


Fig. 1- Anatomical structure of sunflower seed: 1 outer shell (shell)
2 The skin, 3 Cotyledons

In the description of the anatomy of the oleaginous seed has been shown that the seed grains which can be divided into the peel and seeds can not be decorticated. The seed which can be shelled, the core shell can be separated by mechanical means, while for those which can not be decorticated this separation is not possible, since peel intimately adheres to the core.

Seed decortication has the following advantages:

- Increases processing capacity of the plant as it removes from the beginning of the manufacturing process much of the shells almost completely oil free;

La descrierea structurii anatomice a semințelor s-a arătat că semințele oleaginoase pot fi împărțite în semințe care se pot decoji și semințe care nu se decojesc. La semințele care se decojesc, coaja poate fi separată de miez prin mijloace mecanice, pe când la cele care nu se decojesc această separare nu este posibilă, deoarece coaja aderă intim la miez.

Decojirea semințelor prezintă următoarele avantaje:

- se mărește capacitatea de prelucrare a instalațiilor, deoarece se elimină de la începutul procesului de fabricație o mare parte a coajilor lipsite aproape complet de ulei;

- Improves quality of grits by reducing the content of cellulose, the substance that is assimilated only by some animals (cattle);

- Reduces engine wear, especially of mechanical presses, and roller, because the skin contain silica, which acts as an abrasive material;

- Reduces the loss of oil in the meal as it absorbs a substantial amount of peel oil which at an extraction it gives harder than the core.

Seed peeling presents some drawbacks, namely:

- Loss of oil in the middle crust during decortication;
- Requires additional facilities in the form of peeling equipment and annexes;

- Requires energy and extra labor.

The main disadvantage of sunflower seed decortication consists of: a high investment for carrying out the operation.

In principle, the husking can be divided into two stages, namely:

- Peeling the hull from core

- Separation of the hull from the mixture. [3]

Whatever the husker type is, and its place in the cleaning of grain, technological effect is determined by the following factors:

- Speed of pallets;

- Path length of cereals in husker;

- Distance between the pallets and mantle;

- The nature of the mantle, the coefficient of friction respectively of the mantle;

- Specific loading

The pallets speed directly affects the technological husking effect. Increased peripheral speed of the husker equipment blades determines husking efficiency increases. However the peripheral speed can be increased only up to a certain level limited by the mechanical strength of the grain. Exceeding a specific peripheral speed can result in detrimental effects such as increase in the percentage of breakage of grains and broken grains and breaking of the seminal coating and aleurone layer.

Path length of the seed in the husker depends on the dimensional characteristics of the mantle, length and diameter, and the angle α . The higher the diameter and length of the mantle are, the longer is the path of each grain described.

The distance between the pallets and mantle influences the husking efficiency. When the distance between the pallets and the mantle is smaller, the friction increases within the husker. A distance too small increases the percentage of scraps. Typically, the distance between the blades and mantle takes between 15 and 30 mm.

The nature of the mantle influences the husking due to the influence given by the values of the coefficients of friction. The lowest coefficient of friction, respectively the lower efficiency is obtained in the case of the woven wire mantle, which has a circular section. Next, in order of increasing friction coefficients, perforated plate mantle, then woven wire with square cut and abrasive materials.

The specific load of the huskers influences the decortication efficiency to a lesser extent. However it can not be neglected.

When the specific charge is lower, the more efficient the husking is. This is explained by the fact that with

- se îmbunătățește calitatea șrotului prin reducerea conținutului de celuloză, substanță care nu este asimilată decât de unele animale (bovine);

- se reduce uzura mașinilor, în special a valțului și a preselor mecanice, deoarece coaja conține și silice, care se comportă ca un material abraziv;

- se reduc pierderile de ulei în șrot, deoarece coaja absoarbe o cantitate apreciabilă de ulei pe care la extracție o cedează mai greu decât miezul.

Decojirea semințelor prezintă și unele dezavantaje, și anume:

- pierderi de ulei în miezul antrenat cu coaja în cursul descojirii;

- necesită instalații în plus sub formă de descojitoare și utilaje anexe;

- consum de energie și manoperă în plus.

Dezavantajul principal al descojirii semințelor de floarea-soarelui constă în: investiție ridicată pentru realizarea operației.

În principiu, procesul de decojire poate fi împărțit în două faze, și anume:

- desprinderea cojii de miez,

- separarea cojii din amestecul rezultat. [3]

Indiferent de tipul decojitorului, precum și de locul lui în procesul de curățire a cerealelor, efectul tehnologic este determinat de următorii factori:

- viteza paletelor;

- lungimea traiectoriei cerealelor în decojitor;

- distanța dintre palete și manta;

- natura mantalei, respectiv coeficientul de frecare al mantalei;

- încărcarea specifică.

Viteza paletelor influențează în mod direct efectul tehnologic de decojire. Creșterea vitezei periferice a paletelor decojitorului, determină creșterea eficienței decojirii. Cu toate acestea viteza periferică poate să crească doar până la o anumită valoare, limitată de rezistența mecanică a bobului. Depășirea unei anumite viteze periferice poate determina efecte negative, cum ar fi: spargerea boabelor și creșterea procentului de boabe sparte precum și ruperea învelișului seminal și al stratului aleuronic.

Lungimea traiectoriei semințelor în decojitor depinde de caracteristicile dimensionale ale mantalei, lungime și diametru. Cu cât diametrul și lungimea mantalei este mai mare, cu atât va fi mai lungă traiectoria descrisă de fiecare bob.

Distanța dintre palete și manta influențează eficiența decojirii. Cu cât distanța dintre palete și manta este mai mică, cu atât se intensifică frecările din interiorul decojitorului. O distanță prea mică, determină creșterea procentului de spărturi. În mod obișnuit, distanța dintre palete și manta se ia între 15 și 30 mm.

Natura mantalei influențează decojirea ca urmare a influenței dată de valorile coeficienților de frecare. Cel mai mic coeficient de frecare, respectiv cea mai mică eficiență se obține în cazul mantalei din sârmă împletită, care are secțiunea circulară. Urmează, în ordinea crescătoare a coeficienților de frecare, mantaua din tablă perforată, apoi sârmă împletită cu secțiune pătrată și materiale abrazive. Încărcarea specifică.

Încărcarea specifică a decojitoarelor, influențează în măsură mai mică eficiența decojirii. Cu toate acestea ea nu poate fi neglijată.

Cu cât încărcarea specifică este mai mică, cu atât este mai eficientă decojirea. Acest lucru se explică prin

decreasing the amount of grain processed in husker, the decortication effect increases due to friction between the pallets and the grain and the grain and mantle, to the detriment of friction between grains with different speeds. Free space for the movement of grain by rebounding increases by decreasing the specific load. With increasing specific load spaces decrease, and friction between grains increases with speeds and different directions of travel, reducing friction between the blades, grain and mantle. [5]

After breaking the seed it results a mixture of whole and broken cores, whole and chopped peel, core and shell residue, unhusked whole seeds. Separation of the hulls of the mixture takes place in equipment that combines sieving through the sieve (separation by the difference in size) with separation by density difference sucked into the upward air flow produced by a fan.

Separation of kernel shells can be achieved by chemical and mechanical methods. In practice only uses the latter method.

Decorticating the oilseeds by mechanical means can be obtained by: striking, cutting, rubbing and pressing. After skinning are obtained: unbroken seeds, core itself, core with large percentage of hulls, hulls with a small percentage of core and clean peel. [4]

Sunflower seeds undergoing husking must meet the following conditions:

- Humidity - up to 8%;
- Foreign bodies - maximum 1%.

MATERIALS AND METHODS

The study goal is to find the optimal operating parameters to achieve maximum efficiency for husking equipment of sunflower seeds and for this have been studied three types of sunflower seeds of different sizes and degree of contamination as follows :

- Variety I: small seeds and high degree of contamination;
- Variety II medium sized seed with high environmental contamination;
- Variety III: large seeds and low impurity level.

Of the three varieties of sunflower seeds were prepared 3 samples which moisture was modified according to Table 1. Weight of each sample is 500 g.

faptul că odată cu scăderea cantității de cereale prelucrate în decojitor, crește efectul decojirii datorat frecărilor dintre palete și cereale și dintre cereale și manta, în detrimentul frecărilor între boabe cu viteze de deplasare diferite. Spațiul liber pentru deplasarea cerealelor prin ricoșare, crește prin scăderea încărcării specifice. Odată cu creșterea încărcării specifice, spațiile libere se micșorează, se intensifică frecările dintre boabe cu viteze și direcții diferite de deplasare, scăzând frecările dintre palete, cereale și manta.[5]

După spargerea semințelor rezultă: un amestec de mieji întregi și spărți, coji întregi și mărunțite, miez cu rest de coajă, semințe întregi nedecojite. Separarea cojilor din acest amestec are loc în utilaje care combină cernerea prin sită (separarea după diferența de mărime) cu separarea după diferență de masă volumică prin aspirație într-un curent de aer ascendent produs de un ventilator.

Desprinderea cojilor de miez se poate realiza pe cale chimică și mecanică. În practică se utilizează numai ultima metodă.

Decojirea semințelor oleaginoase prin mijloace mecanice poate fi obținută prin: lovire, tăiere, frecare și presare. În urma decorticării se obțin: semințe nespate, miez propriu-zis, miez cu procent mare de coji, coji cu un procent mic de miez și coji curate. [4]

Semințele de floarea-soarelui supuse decojirii trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- umiditate – maxim 8%;
- corpuri străine – maxim 1 %.

MATERIALE SI METODA

Scopul studiului este de a găsi parametri optimi de funcționare pentru a obține randament maxim în cazul echipamentului de decorticare a semințelor de floarea soarelui iar pentru aceasta au fost studiate trei tipuri de seminte de floarea soarelui, de dimensiuni și grad de impurificare diferite, după cum urmează:

- Soiul I: semințe de dimensiuni mici și cu grad de impurificare ridicat;
- Soiul II: semințe de dimensiuni medii și cu grad de impurificare mediu;
- Soiul III: semințe de dimensiuni mari cu grad de impurificare scăzut.

Din cele trei soiuri de semințe de floarea soarelui au fost pregătite câte 3 probe carora li s-a modificat umiditatea conform tabelului 1. Masa fiecărei probe este de 500 g.

Table 1

Sunflower samples used in husking

variety I			variety II			variety III		
Initially	Moistened with 7 ml of water	Moistened with 10 ml of water	Initially	Moistened with 7 ml of water	Moistened with 10 ml of water	Initially	Moistened with 7 ml of water	Moistened with 10 ml of water
6.12%	6.43%	7.38%	6.08%	6.47%	7.27%	6.77%	7.97%	8.52%

To achieve the husking process was used DS-1 seeds miller. The method is further used for the separation of the core from the sunflower seeds intended for being used in press oil, thus obtaining an increase in the efficiency of oil extraction.

The technical characteristics of the DS-1 miller (Figure 2)

- Capacity: 100 kg / h;
- Effectiveness: 80%;
- Dimensions (LxWxH): 1650x800x1720 mm

Pentru realizarea decorticării s-a utilizat decorticatorul de semințe DS-1 care. Procedul se utilizează pentru separarea ulterioară a miezului din semințele de floarea-soarelui în scopul utilizării lor la presa de ulei, obținându-se astfel o creștere a eficienței în extracția uleiului.

Caracteristicile tehnice ale decorticatorului DS-1 (figura 2.)

- capacitate:100 kg/h;
- eficacitate: aproximativ 80%;
- gabarit (LxIxH): 1650x800x1720 mm

- Weight: 300 kg
- Installed power: 1.12 KW

- greutate: 300 kg
- putere instalată: 1.12 KW

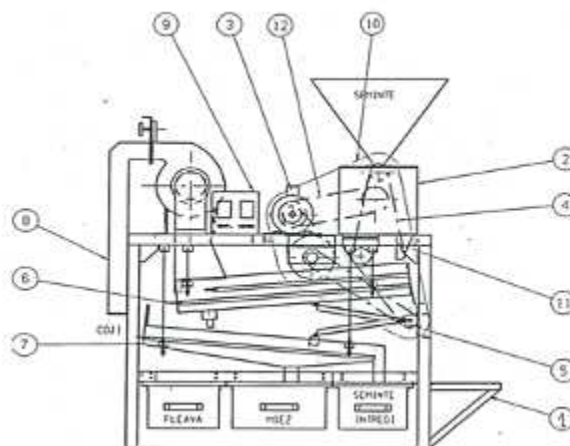


Fig. 2- Shelled seeds DS-1 [2]

The husking equipment consists of frame (1) seed cracker (2) motor (3), belt drive system (4), eccentric with arms (5) tour selector (6) return selector (7) system of absorption-exhaust shells (8) and control panel (9). Seed breaker can be adjusted from the rosettes (10) and (11).

In Figure 3 is presented an aspect during experimental research.

Decorticatorul se compune din batiu (1), spărgător de semințe (2), motor (3), sistem de antrenare cu curele (4), excentric cu brațe (5), selector tur (6), selector retur (7), sistem de absorbtie- evacuare a cojiilor (8) și panou de comandă (9). Spărgătorul de semințe se poate regla din rozetele (10) și (11).

În figura 3. Se prezintă un aspect din timpul cercetărilor experimentale.



Fig. 3 - One aspect during experimental research

After entering seeds in peeling hopper (2) they are involved in the breaking sector with constant flow through a dispenser.

Seeds are projected with the rotor palettes on a teeth sector. When evacuating peeling equipment will find on a tour selector (6) the whole cores and broken hulls, and a percentage of unbroken grains. Due to vibration received from the eccentric arm (5), the cracked material obtained moves towards the sieve to absorption and exhaust system of shells (8), together with a selection of both cores and hulls on size. On the first screen the whole cores and the broken hulls will

După introducerea semințelor în buncărul spărgătorului (2), acestea sunt antrenate în sectorul de spargere, cu debit constant, prin intermediul unui dozator. Semințele sunt proiectate de paletele unui rotor pe un sector dințat și aparte. La evacuarea spărgătorului se vor regăsi pe selectorul tur (6) mieji întregi, mieji și coji sparte, și un procent de semințe nespate. Datorită mișcării vibratorii primită de la excentricul cu brațe (5), spărtura obținută se deplasează pe site, spre sistemul de absorbtie și evacuare a cojiilor (8), simultan cu o selectare atât a miejilor cât și a cojiilor pe dimensiuni. Astfel, pe prima sită vor rămâne mieji întregi și coji întregi, care vor fi absorbite

remain that will be absorbed by the first hood; on the second screen will remain broken cores and broken hulls that will be absorbed by a second hood and small cracks of core will be discharged directly to the output of the core. After removing the husks, the result falls on return selector (7) which is designed for separating core unbroken whole seeds which are discharged at the end and then reintroduced into the bunker cracker. This makes it possible to husk the seeds in a proportion of up to 80% -90% depending on the quality of the seed. [2]

RESULTS

Experimental results on the use of seed husking equipment DS-1 for the nine samples are presented numerically in Table 2 and graphically in Figure 4.

de prima hotă; pe sita a doua vor rămâne mieji spărți și coji sparte care vor fi absorbite de hota a doua iar spărturile mici de miez vor fi evacuate direct la ieseala miezului. După îndepărtarea cojilor rezultatul cade pe selectorul retur (7) care are rolul de separare a miezului de semințe întregi nespate care sunt evacuate la capăt și apoi reintroduse în buncărul spărgătorului. Astfel, se crează posibilitatea decorticării semințelor într-un procentaj de până la 80%-90% funcție de calitatea semințelor.[2]

REZULTATE

Rezultate experimentale privind utilizarea decorticatorului de semințe DS-1 pentru cele nouă probe se prezintă numeric în tabelul 2 și grafic în figura 4.

Table 2

The material balance for the nine samples obtained from husking

	Variety I			Variety II			Variety III		
	Initially	Moistened with 7 ml of water	Moistened with 10 ml of water	Initially	Moistened with 7 ml of water	Moistened with 10 ml of water	Initially	Moistened with 7 ml of water	Moistened with 10 ml of water
Core [g]	397.4	371.7	347.5	412.3	386.6	361.4	421.7	391.5	368.3
Whole seed [g]	53.5	76.4	93.7	49.1	74.8	88.5	47.2	72.3	82.8
Husks + impurities [g]	43.9	47.2	54.6	32.8	34	45.9	24.7	30.4	43.7
Losses [g]	5.2	4.7	4.2	5.8	4.6	4.2	6.4	5.8	5.2

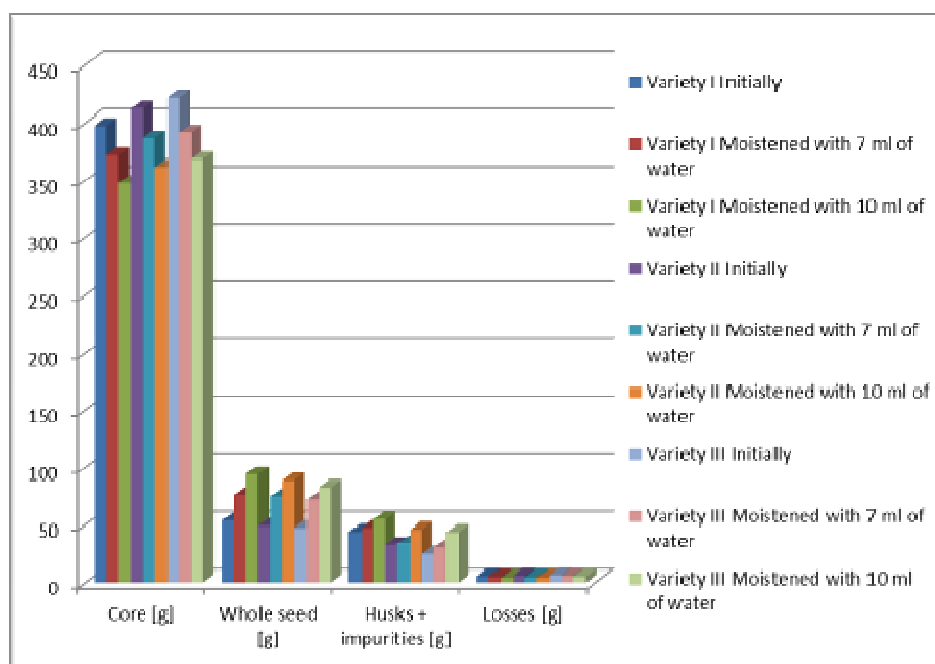


Fig. 4- Variation of mass balance for the nine samples

Seed moisture content increases inversely with seed impurities because impurities absorb more water which is why at the same amount of water used for wetting we notice a considerable difference between the variety I and variety III. While the seed moisture increases, the amount of the core obtained by the husking process decreases.

It leads to a higher yield of seed machine when the humidity is lower.

Umiditatea semințelor crește invers proporțional cu conținutul de impurități al semințelor deoarece impuritățile absorb multă apă motiv pentru care la aceeași cantitate de apă folosită de umectare observăm o diferență considerabilă între soiul I și soiul III. În timp ce umiditatea semințelor crește, cantitatea de miez obținut în urma procesului de decorticare scade.

Se obține un randament mai crescut al utilajului atunci când umiditatea semințelor este mai scăzută.

CONCLUSIONS

Husking plays an important role in the production of oil as peel absorbs a large amount of oil.

Decortication involves breaking and detaching the shell from the core, peels separation from the mixture resulted. Hitting is done in paddle breaking drums.

Moisture content of the seeds increases in inverse proportion with the seed impurities.

Husking equipment yield increases inversely with seed moisture.

REFERENCES

- [1]. Vrânceanu Alex. Viorel - "Sunflower", Publishing House of Rep. Socialist Romanian, Bucharest, 1974.
- [2]. *** Technical Paper miller DS-1
- [3]. <https://www.scribd.com/doc/133235829/Procese-equipment-Si-Si-purification-separation>
- [4]. <http://www.scribgroup.com/afaceri/agricultura/TEHNOLOGIA-OIL-VEGETALE91292.php>
- [5] <https://www.scribd.com/doc/70532547/s>

CONCLUZII:

Decorticarea are un rol important în procesul de fabricare a uleiurilor deoarece coaja absoarbe o cantitate mare de ulei.

Decojirea implică spargerea și detașarea cojii de miez, cu separarea cojilor din amestecul rezultat. Lovirea se realizează în tobe de spargere cu palete.

Umiditatea semințelor variază invers proporțional cu conținutul de impurități al semințelor.

Randamentul decorticatorului variază invers proporțional cu umiditatea semințelor.

BIBLIOGRAFIE:

- [1]. Vrânceanu Alex. Viorel – „Floarea-soarelui”, editura Academiei Rep. Socialiste Românești, București, 1974.
- [2]. ***Cartea tehnică a decorticatorului DS-1
- [3]. <https://www.scribd.com/doc/133235829/Procese-Si-Echipamente-de-Separare-Si-Purificare>
- [4]. <http://www.scribgroup.com/afaceri/agricultura/TEHNOLOGIA-ULEIURILOR-VEGETALE91292.php>
- [5]. <https://www.scribd.com/doc/70532547/s>

EVOLUTION OF ORGANIC AGRICULTURE IN ROMANIA

EVOLUȚIA AGRICULTURII ECOLOGICE ÎN ROMÂNIA

Eng. Găgeanu I., Eng. Găgeanu G., Phd. Eng. Alexandru I., Phd. Eng. Brăcăcescu C.

INMA Bucharest / Romania

Tel: +40 762676642; e-mail: iulia.gageanu@gmail.com

Abstract: Organic farming (biological, ecological) is a production system that supports the welfare of soils, ecosystems and people, in general. This type of agriculture is based on ecological systems, biodiversity and life cycles adapted to local conditions, rather than using chemicals with adverse effects.

Organic agriculture combines tradition, innovation and science for the benefit of the environment and promotes fair relationships and a good quality of life for all those involved.

Romania has a significant unused growth potential. Investment and competitiveness in Romania are still elements that need to be improved to achieve an acceleration in the economic growth and to ensure convergence to the EU income.

The objectives, principles and rules of organic production are contained in the EU and national legislation in this field. These rules, together with defining the production method in the plant, animal and aquaculture sector regulate the following aspects of organic farming system: processing, labeling, trade, import, inspection and certification.

Keywords: organic agriculture, organic legislation, organic crops, livestock.

INTRODUCTION

Organic agriculture generates products using methods that preserve the environment and avoid most synthetic materials, such as pesticides and antibiotics. The European regulations describe how farmers grow crops and raise livestock and which materials they may use.

Organic farmers and food processors follow a defined set of regulations and standards to produce organic food and fiber. These cover the product from farm to table, including soil and water quality, pest control, livestock practices, and rules for food additives.

Organic agriculture is present in more than 160 countries worldwide. The share of organic agricultural land in the total amount of agricultural land and the number of organic farmers and producers is continuously growing. The organic market is also growing, not only in Europe and North America, but in many emerging and transition economies.

However, the roots of this type of agriculture are found in Europe, where development was assured by a solid base of producers and consumers that are convinced of the ecological and social benefits of organic methods. Positive development of the organic sector is also due to some political measures of support such as financing under rural development programs, legal protection, action plans and support for research and consultancy.

Organic agriculture represents a field where Romania has significant development opportunities, this being an important instrument in preserving nature and revitalizing rural areas.

Rezumat: Agricultura ecologică (biologică, organică) reprezintă un sistem de producție care susține bunăstarea solurilor, a ecosistemelor și a oamenilor. Aceasta are la bază sistemele ecologice, biodiversitatea și ciclurile de viață adaptate condițiilor locale, în locul utilizării substanțelor chimice cu efecte adverse. Agricultura ecologică combină tradiția, inovația și știința în beneficiul mediului înconjurător și promovează relațiile echitabile precum și o calitate bună a vieții tuturor celor implicați. România se bucură de un potențial de dezvoltare important, însă nefolosit. Investițiile și competitivitatea din România constituie încă elemente care trebuie îmbunătățite, pentru a se reuși o accelerare a creșterii economice și asigurarea unei convergențe a veniturilor cu cele din UE. Obiectivele, principiile și normele aplicabile producției ecologice sunt cuprinse în legislația comunitară și națională din acest domeniu. Aceste norme, alături de definirea metodei de producție în sectorul de producție vegetală, animalieră și de acvacultură reglementează și următoarele aspecte legate de sistemul de agricultură ecologică: procesarea, etichetarea, comerțul, importul, inspecția și certificarea.

Cuvinte cheie: agricultură ecologică, legislație ecologică, culturi ecologice, efective de animale.

INTRODUCERE

Agricultura ecologică generează produse folosind metode care conservă mediul înconjurător și evită utilizarea majorității materialelor sintetice, cum ar fi pesticidele și antibioticele. Regulamentele europene descriu cum fermierii trebuie să-și cultive plantele și să-și crească animalele și ce materiale trebuie să folosească.

Fermierii ecologici și procesatorii de alimente ecologice urmează o serie de regulamente și standarde bine definite pentru producerea de alimente și fibre ecologice. Aceste regulamente acoperă produsul de la fermă la consumatorul final, incluzând calitatea apei, controlul dăunătorilor, practici de creșterea animalelor și reguli pentru aditivii alimentari.

Agricultura ecologică este prezentă în mai multe 160 de țări pe glob. Cota terenurilor ecologice în totalul terenurilor agricole și numărul fermierilor și producătorilor ecologici este în continuă creștere. Piața ecologică este de asemenea în creștere, nu doar în Europa și America de Nord, dar și în multe economii emergente și de tranziție.

Cu toate acestea, rădăcinile acestui tip de agricultură se găsesc în Europa, unde dezvoltarea ei a fost asigurată de o bază solidă de producători și consumatori care sunt convinși de beneficiile ecologice și sociale ale metodelor agriculturii ecologice. Dezvoltarea pozitivă a sectorului ecologic este datorată și unor măsuri politice de susținere, cum ar fi finanțarea sub programe de dezvoltare rurală, protecție legală, planuri de acțiune și suport pentru cercetare consultanță în domeniu.

Agricultura ecologică constituie un sector pentru care România are mari oportunități de dezvoltare fiind un instrument important în conservarea naturii și revitalizarea spațiului rural.

MATERIAL AND METHOD

Romania has favorable conditions for the promotion of organic agriculture namely: fertile and productive soils, chemical treatments and technological modernization have not yet reached the levels of industrialized countries, traditional Romanian agriculture is based on using clean technologies, at least 15% of the arable area can be easily converted to this type of agriculture, it is possible to define green unpolluted areas where organic farming practices can be applied, the demand for organic products is growing, organic farming can become a source of employment in rural areas.

In Romania EU legislation on organic farming and other regulations are applied. The first national legislation on organic farming in Romania - the *Emergency Ordinance of the Government O.U.G nb. 34/2000* - was issued in 2000. This was followed by Law 38/2001 in 2001. The legislation is up-to-date and follows EU Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91.

Organic producers must be certified by one of the registered control bodies. There is a national logo for organic products, which is owned by the Ministry of Agriculture and Rural Development. It can be used for products that comply with the Romanian Organic legislation.

MATERIAL ȘI METODĂ

România dispune de condiții favorabile pentru promovarea agriculturii ecologice și anume: soluri fertile și productive, chimizarea și tehnologizarea nu au atins încă nivelurile din țările puternic industrializate, agricultura românească tradițională se bazează pe utilizarea de tehnologii curate, cel puțin 15% din suprafața agricolă se poate converti cu ușurință spre acest tip de agricultură, există posibilitatea să se delimiteze perimetre ecologice, nepoluante unde să se aplice practicile agriculturii ecologice, cererea pentru produse ecologice este în creștere, agricultura ecologică poate deveni o sursă de ocupare a populației din mediul rural.

În România se aplică atât legislația europeană pentru agricultura ecologică cât și alte reguli. Prima legislație națională din România în acest domeniu – Ordonanța de Urgență a Guvernului OUG nr. 34/2000 – a fost eliberată în anul 2000. Aceasta a fost urmată de legea 38/2001 în anul 2001. Legislația este la zi și urmează regulamentul CE al Uniunii Europene numărul 834/2007 privind producția ecologică și etichetarea produselor ecologice, precum și de abrogare a Regulamentului (CEE) nr. 2092/91.

Producătorii ecologici trebuie să fie certificați de către unul din organele de control acreditate. Există o siglă națională pentru produsele ecologice, care este deținută de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale. Aceasta poate fi folosită pentru produsele care sunt conforme cu legislația română în domeniul agriculturii ecologice.



Fig.1 - EU and MARD logos for organic agriculture [7]

From 2006 to 2012 Romania had a consistent growth in the organic agricultural land, going from a share of 0.8 to 2.1 in 7 years. Regarding the wild collection, in seven years the growth was as almost as 30 times big (table 1).

Din anul 2006 până în anul 2012, România a înregistrat o creștere consistentă a terenului agricol ecologic, ajungând de la o pondere de 0,8% la 2,1 în șapte ani. În ceea ce privește colectarea din flora spontană, în șapte ani, creșterea a fost de peste 30 de ori (tabel 1).

Table 1 [3]

Organic agricultural land (including in-conversion area) and wild collection in Romania

Year	Area	Share of organic agricultural land [%]	Wild collection (no details)
2006	107582	0.8	38700
2007	131456	0.9	58728
2008	140132	1.02	81279
2009	168288	1.22	88883.4
2010	182706	1.3	77294
2011	229946	1.67	338051
2012	288,261	2.10	1082138

In 2012, Romania was in the top ten countries that had the highest increase of organic agricultural land (fig. 1). Romania was the seventh worldwide and second in Europe.

În anul 2012, România s-a numărat printre primele zece țări care au înregistrat cea mai mare creștere a suprafeței terenului arabil ecologic (fig. 1). România a fost a șaptea în lume și a doua în Europa.

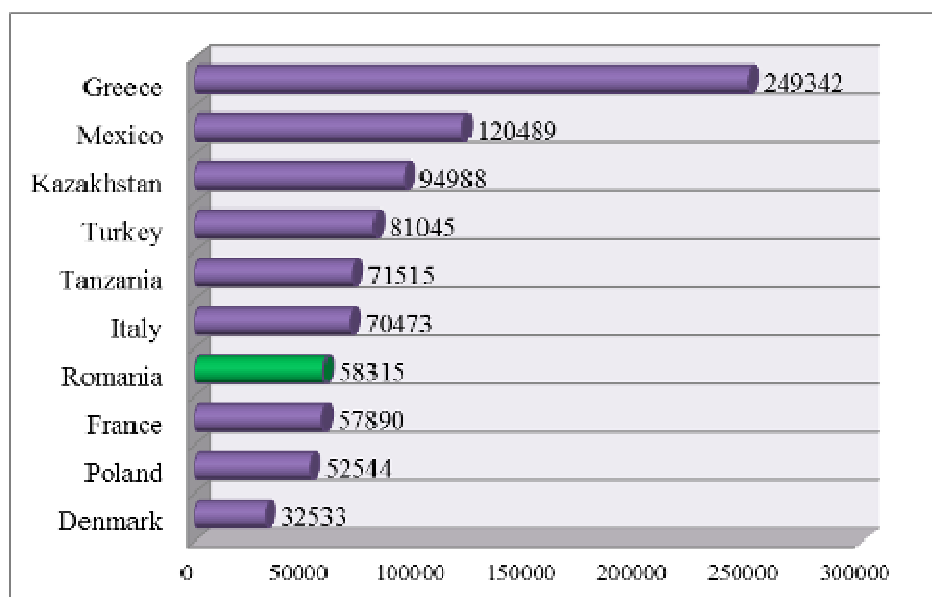


Fig. 2 - Top ten countries with the highest increase of organic agricultural land in 2012 [5]

Tendency to grow is also present in the sector of organic cereal and oil seed crops. The organic cereal area has grown in seven years by more than five and a half times and the organic oilseed area by more than two and a half times.

Se înregistrează o tendință de creștere și în sectorul ecologic al cerealelor și a plantelor oleaginoase. Suprafața cultivată cu cereale ecologice a crescut în șapte ani de peste cinci ori și jumătate, iar suprafața cultivată cu plante oleaginoase cu mai mult de două ori și jumătate.

Table 2 [2,4,6]

Organic cereal area				
Year	Organic area [ha]	Organic share [%]	Area fully converted	Area under conversion
2006	16310	no data	9120	7190
2007	32222	no data	15041	17181
2008	56337	no data	25295	31042
2009	63446	no data	30582	32864
2010	72298	1.4	32561	39737
2011	79167	1.6	40285	38882
2012	105149	2.0	51903	53246

Table 3 [2,3,4]

Organic oilseed area				
Year	Organic area [ha]	Organic share [%]	Area fully converted	Area under conversion
2006	16058	no data	10756	5302
2007	25093	no data	11318	13775
2008	23424	no data	9439	13984
2009	33225	no data	15311	17914
2010	45522	3.7	21700	23822
2011	46046	3.3	25926	20120
2012	43923	3.0	26907	17016

The number of operators (producers, processors and traders, importers and exporters) registered in the organic agriculture system at M.A.R.D. in 2012 was **15544**. Their number increased almost five times since 2006, when the number was 2.5 times smaller than the EU average at that time (8749). In 2012 the number of organic operators in Romania was 1.5 times bigger than the EU average. This was due in particular to existing support measures for the conversion period provided under art. 68 of the Council

Numărul de operatori (producători, procesatori și comercianți, importatori și exportatori) înregistrați în sistemul de agricultură ecologică la MADR a fost de **15544 în anul 2012**. Numărul lor a crescut aproape de cinci ori din anul 2006, când numărul lor a fost de 2,5 ori mai mic decât media din Uniunea Europeană la vremea respectivă (8749). În 2012, numărul operatorilor din agricultura ecologică a depășit de 1,5 ori media UE. Acest fapt s-a datorat în principal măsurilor existente pentru susținerea în perioada de conversie furnizate în baza art.

Regulation (EC) no. 73/2009 establishing common rules for direct support schemes for farmers under the common agricultural policy and establishing certain support schemes for farmers.

68 al Regulamentului CE nr. 73/2009 pentru stabilirea de reguli comune pentru scheme de suport direct pentru fermieri sub politica agricolă comună și stabilirea de scheme specifice de suport pentru fermieri.

Table 4 [7]

Organic producers	
Year	Number of producers
2006	3409
2007	3834
2008	4191
2009	3228
2010	3155
2011	9703
2012	15544

Organic product market - the demand for organically certified products is steadily increasing. Currently, the domestic market for organic products is expanding. Organic products are marketed directly from the farm gate or through specialized stores as well as through the network of supermarkets.

The following products have been marketed in 2011 in the domestic market: fresh fruit and vegetables, products processed from fruit and vegetables, herbal teas, bread, pasta, flour, processed products of cow and sheep milk (butter, sheep's feta), eggs, oil, wine made from organically certified grapes, products processed from soy, honey, etc. The top-selling products are cereals (wheat and maize), vegetables, honey and wine.

Export - The Romanian organic sector is highly export-oriented. In the last three years, conversion subsidies have made organic farming more attractive, leading to strong growth in the certified area.

A large portion of the products obtained from organic agriculture was designed for export. A percentage of about 70-80% of the Romanian production of organic products is exported annually. The main export products are cereals and collected wild mushrooms and berries.

Piața produselor ecologice – cererea de produse certificate ecologic este în continuă creștere. În prezent, piața internă a produselor ecologice este în expansiune. Produsele ecologice sunt puse în vânzare direct la locația de producție sau prin rețeaua de supermarketuri.

Următoarele produse au fost puse în vânzare în anul 2011 pe piața internă: fructe și legume proaspete, produse procesate din fructe și legume, plante pentru ceai, pâine, paste făinoase, făină, produse procesate din lapte de vacă sau oaie (unt, brânză de oaie), ouă, ulei, vin din struguri certificați organic, produse procesate din soia, miere, etc. Cele mai bine vândute produse au fost cerealele (grâu și porumb), legumele, mierea și vinul.

Exporturile – sectorul ecologic din România este intens orientat către export. În ultimii trei ani, subvențiile pentru perioada de conversie au făcut agricultura ecologică mai atractivă, ducând la o creștere substanțială în zona certificată ecologic.

O mare parte din produsele obținute din agricultura ecologică au fost destinate exportului. Un procent de aproximativ 70-80% din producția ecologică din România este exportat anual. Principalele produse exportate sunt cerealele și ciupercile și fructele colectate din flora spontană.

Table 5 [3]

The Romanian market for organic food

Year /	Retail sales [mio €]	€/pers	Share of all retail sales [%]
2006	2.5	0.1	no data
2007	2.5	0.1	no data
2008	3	0.1	no data
2009	45	2	no data
2010	80	3.7	no data
2011	80	4	no data
2012	80	4	0.4

Imports - The import of organic products has grown annually, with the involvement of the hypermarkets in retail distribution. Therefore, in 2007 the value of imports was about 5million, and in 2011, it has reached a value of approx. 75 million euro (estimates – according to the data available in the market) [5].

Importurile – importurile de produse ecologice au crescut anual, cu implicarea hipermarketurilor în distribuția de tip retail. Astfel, în anul 2007, valoarea importurilor a fost de aproximativ 5 milioane de euro, iar în 2011 a ajuns la o valoare de circa 75 milioane de euro (estimări-conform datelor disponibile) [5].

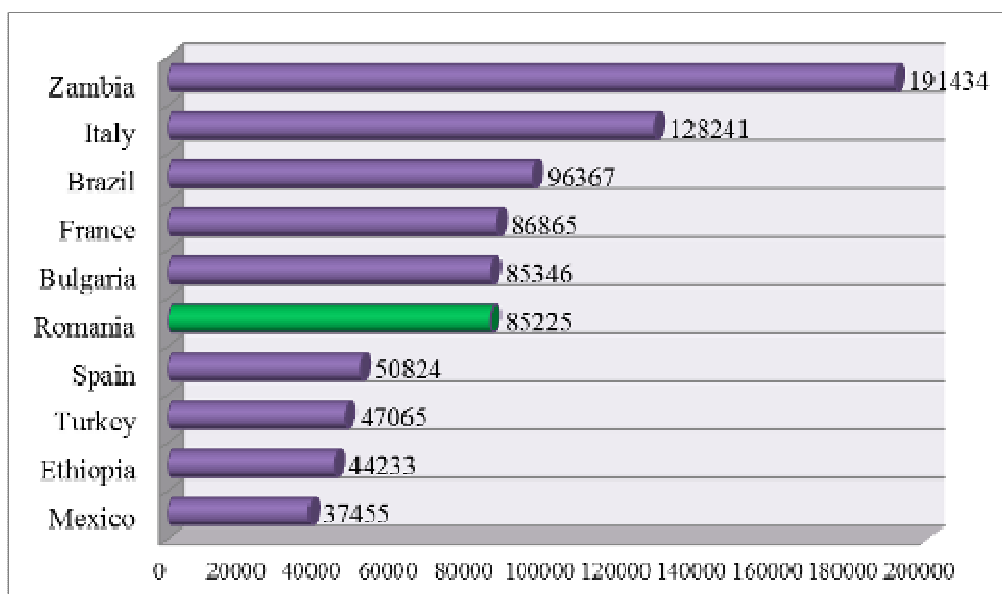


Fig. 2 - Top ten countries with largest number of organic beehives – 2012 [3]

There were more than 1 million organic beehives reported in 2012, which represents more than 1% of the total global beehives. Their number has almost doubled since 2007 when there were 525,000 beehives. The organic beehives are mainly concentrated in Europe (57%). Romania has also known a growth in the number of organic beehives, being, in 2012, the 6th worldwide and 4th in Europe [8].

It is very important that each farmer, processor or importer in the chain of production and distribution of organic agriculture should be inspected at least once a year to ensure compliance with the Regulations.

In Romania, the control and certification of organic products are currently provided by **private Inspection and Certification Bodies**. They are approved by the Ministry of Agriculture and Rural Development, on the basis of independence, impartiality and competence established in the **Order no. 181 / 2012** for approving the rules on the organization of the inspection and certification in organic agriculture.

In 2012, there were 13 certification bodies that have operated in Romania in accordance with the national and Community legislation in the field of organic agriculture, and in 2013 there were 14 bodies approved by MARD.

Of the total number of certification bodies, only four of them are accredited by the Romanian Accreditation Association, while the others are bodies from outside the country that have branches in Romania, with accreditation from bodies in the country of origin.

CONCLUSIONS

Organic products market has been growing rapidly in most developed countries and developing countries as well, but the latter at a slower pace.

The still modest share of organic products in international trade in food and drink is ample evidence of the development potential of these products in the long term.

Long-term food security ensurance by reducing the effect of the factors that have led to the food crisis must consider: sustained increase of food availability through

Au fost mai mult de un milion de stupi ecologici de albine raportați în anul 2012, reprezentând mai mult de 1% din totalul stupilor de albine la nivel global. Numărul acestora aproape s-a dublat față de anul 2007 când existau 525.000 de stupi ecologici. Stupii ecologici de albine sunt concentrați în principal în Europa (57%). România a cunoscut de asemenea o creștere a numărului de stupi organici, fiind, în anul 2012, pe locul 6 mondial și pe 4 în Europa [8].

Este foarte important ca fiecare fermier, procesator sau importator din lanțul de producție și distribuție al agriculturii ecologice să fie inspectat cel puțin o dată pe an pentru a se asigura respectarea Regulamentelor.

În România, controlul și certificarea produselor ecologice este asigurată în prezent de **Organisme de Inspecție și Certificare** private. Acestea sunt aprobate de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, pe baza criteriilor de independență, imparțialitate și competență stabilite în **Ordinul nr. 181/2012** pentru aprobarea regulilor privind organizarea sistemului de inspecție și certificare în agricultura ecologică.

În anul 2012, au existat 13 organisme de certificare ce și-au desfășurat activitatea pe teritoriul României în conformitate cu legislația națională și comunitară în domeniul agriculturii ecologice, iar în 2013 existau 14 organisme aprobate de către M.A.D.R.

Din numărul total de organisme de certificare, numai patru sunt acreditate de Asociația de Acreditare din România, celelalte fiind organisme din afara țării ce au sucursale în România, având acreditări din partea unor organisme din țara de proveniență.

CONCLUZII

Piața produselor ecologice are o creștere rapidă în majoritatea țărilor dezvoltate, dar și a celor în curs de dezvoltare, cu un ritm mai scăzut.

Ponderea încă scăzută a produselor ecologice în comerțul internațional de alimente și băuturi reprezintă o dovadă clară a potențialului de dezvoltare pe termen lung al acestor produse.

Asigurarea securității alimentare pe termen lung prin reducerea efectului factorilor care au dus la criza alimentară trebuie să ia în considerare: susținerea

increased production and quality from small farmers, extending coverage and effectiveness of social protection systems, improving food risk management, improving access to international markets for food, obtaining a broader international consensus on biofuels policies and practices to avoid damage that threatens global food security. In these circumstances, issues related to ensuring the safety throughout the food supplies food chain, acquires a special importance.

Romania is a country with huge potential in this sector, but consumption of organic products is at an extremely low because of lack of information on the benefits of consuming green products, but also because prices much higher than those of conventional products.

REFERENCES

- [1]. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging trends, 2008- 2014, FIBL IFOAM;
- [2]. Helga Willer and Julia Lernoud (2013) - *Organic Agriculture Worldwide: Key results from the FiBL-IFOAM survey on organic agriculture worldwide 2013. Part 1: Global data and survey background*;
- [3]. Helga Willer and Julia Lernoud (2013) - *The World of Organic Agriculture. The Results of the Latest Survey on Organic Agriculture Worldwide*;
- [4]. *Facts and figures on organic agriculture in the European Union*, 2013, European Commission;
- [5]. Beate Huber (2013)- *The World of Organic Agriculture: Regulations and Certification Emerging Trends 2013*;
- [6]. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database;
- [7]. <http://www.madr.ro/ro/agricultura-ecologica.html>
- [8] <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>

crescută a disponibilității hranei prin producție și calitate crescută de la micii fermieri, extinderea acoperirii și eficacității sistemelor de protecție socială, îmbunătățirea managementului riscurilor alimentare, obținerea unui consens interațional mai extins asupra practicilor pentru evitarea pericolelor care amenință securitatea globală alimentară. În aceste circumstanțe, problemele legate de asigurarea securității prin lanțuri de distribuție a hranei au o mare importanță.

România este o țară cu un uriaș potențial în acest sector, dar consumul de produse ecologice este scăzut din cauza lipsei de informare asupra beneficiilor consumului produselor "verzi", dar și din cauza prețurilor mult mai mari decât cele ale produselor convenționale.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Beate Huber (2013)- *The World of Organic Agriculture: Regulations and Certification Emerging Trends 2013*;
- [2]. European Commission (2013) – *Fapte si cifre privind agricultura ecologica in Uniunea Europeana*;
- [3]. FIBL IFOAM (2008-2014) – *Statistici privind agricultura organica in lume si tendinte*;
- [4]. Helga Willer and Julia Lernoud (2013) – *Lumea agriculturii ecologice. Rezultatele ultimei cercetari privind agricultura ecologica in lumea intreaga*;
- [5]. Helga Willer and Julia Lernoud (2013) - *Agricultura ecologica in lume: rezultate cheie din cercetarea FiBL-IFOAM privind agricultura ecologica in lumea intreaga; 2013. Part 1: Date globale si studii*;
- [6]. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database;
- [7]. <http://www.madr.ro/ro/agricultura-ecologica.html>
- [8] <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>

BIOMASS COMMINATION/MILLING RESISTANCE AND ENERGY CONSUMPTION - REVIEW

REZISTENTA BIOMASEI LA TOCARE/MARUNTIRE SI CONSUMUL SPECIFIC DE ENERGIE - REVIEW

PhD. Stud. Eng. Chițoiu M.¹⁾, PhD. Eng. Moiceanu G.¹⁾, Prof. PhD. Eng. Voicu Gh.¹⁾, Prof. PhD. Eng. Paraschiv G.¹⁾,
Lect. PhD. Eng. Dincă M.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Vocea I.²⁾

¹⁾University POLITEHNICA of Bucharest / Romania; ²⁾INMA Bucharest / Romania
Tel: 0725.609.113; E-mail: chitoiu_mihai@yahoo.com

Abstract: Energetic plants are considered renewable energy resources and are promoted through cultures dedicated for energy yielding, obtaining high production with minimum inputs. High volume of material, low biomass density resulted out of agricultural matter represent a significant impediment on using it as raw material, including bioenergy production. Therefore, it must be efficiently processed both for reducing transportation costs and storage as well as for refining the pelletization process of biomass. High costs for producing pellets represent the main problem in efficiency of this process. Material breakage consumes the highest level of energy out of the entire pelletization technological flow and researches on this matter have been made and are still being made for refining this process in order to lower energy consumption. This review presents results of researchers on this field of work, with preponderance on material grinding with the help of hammer mills.

Keywords: miscanthus, humidity content, comminution (breakage) process, hammer mills

INTRODUCTION

Biomass represents the most abundant renewable energy source in the world. This includes absolutely all organic matter produced through metabolic processes of living organisms. Biomass is the first form of life used by man, along with the discovery of fire.

The vegetal matter obtained from agriculture represents a renewable energy source that is found abundantly in Romania. The main process through which this matter must go in order to increase its energetic power is pelletization. Reaching this final step out of the entire technological flow, it must first be dried and ground.

Grinding is a process through which solid materials size is reduced. Fibre is a morphological term given to a substance that is characterized by its length on the section surface, rugosity and flexibility. Fibrous materials are the materials that are composed out of fibres.

MATERIALS AND METHOD

Outlining energy consumption, during the process of biomass grinding was studied by numerous researchers, the present paper presenting research papers and studies from speciality sites, ASABE articles published in international data bases (ScienceDirect, Springerlink, etc.) or volumes of national and international conferences that had as a special interest this theme, and used as bibliographical sources.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Biomass breakage is the main energy consumer, so

Rezumat: Plantele energetice sunt considerate resurse regenerabile și sunt promovate prin culturi dedicate pentru obținerea de energie, respectând regulile economice, obținerea de producții mari cu inputuri minime. Volumul ridicat de material, densitatea scăzută a biomasei rezultată din materiale agricole reprezintă un impediment semnificativ în cadrul utilizării acestora ca materie primă pentru multe procese, inclusiv cel de producere de bioenergie. Din acest motiv materialul trebuie procesat eficient atât pentru reducerea costurilor de transport și stocare cât și pentru eficientizarea procesului de peletizare a biomasei. Costurile ridicate pentru producerea peletilor reprezintă principala problema în eficientizarea acestui proces. Maruntirea materialului consuma cel mai ridicat nivel de energie din intreg procesul de peletizare, cercetari in aceasta privinta s-au facut si inca se fac pentru eficientizarea acestui proces in vederea scaderii consumului energetic. Acest review prezinta rezultate ale cercetarilor in acest domeniu, cu preponderenta pe maruntirea materialului cu ajutorul morilor cu ciocane.

Cuvinte cheie: miscanthus, continut de umiditate, proces de maruntire, moara cu ciocane

INTRODUCERE

Biomasa reprezintă resursa regenerabilă cea mai abundentă de pe planetă. Aceasta include absolut toată materia organică produsă prin procesele metabolice ale organismelor vii. Biomasa este prima formă de energie utilizată de om, odată cu descoperirea focului.

Materia vegetală provenită din agricultura reprezintă o sursă de energie regenerabilă care se găsește din abundență în România. Principalul proces prin care aceasta materie trebuie să treacă pentru creșterea puterii energetice este peletizarea. Pentru a ajunge în acest ultim pas din intreg fluxul tehnologic, mai întâi materialul trebuie uscat și maruntit.

Maruntirea este un proces prin care materialele solide le este redusă dimensiunea. Fibra este un termen morfologic dat unei substanțe caracterizate de lungimea ei pe suprafața de secțiune, rugozitate și flexibilitate. Materialele fibroase sunt materialele care sunt compuse din fibre.

MATERIALE ȘI METODA

Evidențierea consumului de energie în timpul procesului de maruntire a biomasei a fost studiată de numeroși cercetători, în lucrarea de față fiind prezentate lucrări de cercetare și studii preluate de pe site-uri de specialitate, ASABE, articole publicate în jurnale din baze de date internaționale (ScienceDirect, Springerlink, etc.) sau volume ale unor conferințe naționale și internaționale care au avut ca interes această tematică și utilizate ca surse bibliografice.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Maruntirea biomasei este principalul consumator de energie,

researches regarding equipment used for grinding, like particularities regarding grinding material or revolution changes and knife construction, are very useful because they can lead to considerable reduced production costs.

Biomass particle size produced by a hammer mill depends on the mill's operational factors. Himmel et al. 1985 observed that retaining straws on a 60 screen decreased with a decrease in screen size from 3.18 to 1.59mm, fact that shows the distribution curve towards a lower size. They observed a change in the distribution curve towards larger sizes for wood when negative pressure was applied. This negative pressure of 25mm led to a rise by 50% in feeding without high rises in consumed power.

[1] shows experiments realized by authors with the purpose of grinding different types of biomass. They designed a pilot equipment for biomass breakage at different particle dimensions. Materials used as samples were corn cobs but also biomass residue, all having different humidity content but also different particle dimensions of particles previously milled. Following breakage process they observed a drop in humidity level with approximately 3-5% for each type of biomass used. This fact must be taken into consideration when the biomass up process is analysed. A comparative analysis between corn stover and biomass residue showed a finer grinding and a lower energy specific consumption for corn stover.

astfel ca cercetari privind echipamentele folosite pentru maruntire, cum ar particularizari privind materialul de maruntit sau modificari ale turatiei si constructiei cutitelor, sunt foarte utile pentru ca astfel se pot reduce considerabil costurile.

Marimea particulelor biomasei produse de catre o moara cu ciocane depinde de factorii operationali ai morii. Himmel et al 1985 [3] au observat ca retinerea paielor pe o sita 60 scadea odata cu scaderea marimii sitei de la 3.18 la 1.59mm, fapt care arata curba de distributie catre o marime mai mica. Au observat o schimbare in curba de distributie catre marimi mari pentru lemn cand presiunea negativa a fost aplicata. Aceasta presiune negativa de 25mm a dus la cresterea ratei de alimentare cu 50% fara cresteri mari in puterea consumata.

[1] prezinta experimentele realizate de catre autori cu scopul de a marunti diferite tipuri de biomasa. Acestia au conceput un echipament pilot de maruntire a biomasei la diferite dimensiuni ale particulelor. Materialele utilizate ca mostre a fost ales coceanul de porumb dar si alte reziduuri de biomasa, toate acestea avand continut diferit de umiditate dar si dimensiuni diferite ale particulelor tocate grosier anterior. In urma procesului de maruntire s-a constatat o scadere a continutului de umiditate cu aproximativ 3 - 5% pentru fiecare tip de biomasa utilizat. Acest fapt trebuie luat in considerare in momentul in care procesul de urcare al biomasei este analizat. O analiza comparativa intre cocenii de porumb si reziduurile de biomasa au evidenciat o marunire mai fina si un consum specific de energie scazut pentru coceni.



Fig.1 –Pilot Hammer mill used during experimentation [1]

In the papers [6] and [8] the authors subjected wheat, rise and switchgrass straws to grinding tests. For experimentation they used hammermills. Their results showed that switchgrass, unlike wheat and rise, had the largest value for consumed energy, for each sieve used but also for different humidity levels. For wheat straws with a humidity content of 4-7% and screen dimensions of 0.8, 1.6, 3.2mm specific energy consumption was of 51.6, 37.0 respectively 11.4kWh/t. A conclusion referred to the fact that value of specific energy consumption was higher as the screen orifices got smaller.

AR Womac et al. researched this subject using three types of mills: hammermill, disc mill and knife mill, looking for data acquisition regarding energetic consumption and direct monitoring of mechanical energy. Materials used for experimentations were: corn stalks, wheat straws, and miscanthus.

In lucrarile [6] si [8] autorii au supus paie de grau, orz si iarba salbatica testelor de maruntire. Pentru efectuarea experimentelor acestia au utilizat mori cu ciocane. Rezultatele testelor au aratat faptul ca iarba salbatica, spre deosebire de paiile de grau si orz, a avut cea mai mare valoarea a consumului specific de energie, pentru fiecare sita folosita dar si la valori diferite ale continutului de umiditate. Pentru paiile de grau cu un continut de umiditate cuprins intre 4 - 7% si dimensiuni ale sitelor de 0.8, 1.6, 3.2 mm consumul specific de energie a fost 51.6, 37.0 respectiv 11.4 kWh/t. O concluzie a testelor a facut referire la faptul ca valoarea consumul specific de energie era cu atat mai mare cu cat dimensiunile orificiilor sitei sunt mai mici.

AR Womac et al. [9] au cercetat acest subiect folosind 3 tipuri de mori: cu ciocane, cu discuri si cu cutite, avand in vedere achizitia de date privind consumul energetic si monitorizarea directa a energiei mecanice. Materiile prime folosite au fost: coceni porumb, paie de grau si miscanthus.



Fig. 2 –Hammer mill used during experimentation [9]

A commercial hammermill Schutte Buffalo was used for experiments, with a rotor diameter of 230mm, equipped with a diesel engine of 18kW.

Results obtained showed that refining the breakage process has as main points the following elements: revolution changing, screen changing, feed rate.

Engine consumed power was determined at different revolutions from 1500 to 3500rpm, for all the three types of material from experimentations, feeding being done with the help of a conveyer belt. Also, experiments looked to modify screens, from 0.020mm to 4.750mm.

So it could be discovered that the consumed power rose curvilinearly by 66% from 1.72kW to 1500rpm up to 5.06kW at 3500rpm, the rise of consumption being attributed to the rise of revolution

O moara cu ciocane comerciala Schutte Buffalo a fost folosita pentru experimente, cu un diametru al rotorului de 230mm, echipata cu un motor pe motorina de 18kW.

Rezultatele obtinute au aratat ca eficientizarea procesului de maruntire are ca elemente principale urmatoarele puncte: modificarea turatiei, modificarea sitelor, si rata de alimentare.

S-a determinat puterea consumata a motorului la diferite turatii de la 1500 la 3500 rpm pentru toate cele 3 tipuri de material din experimentari, alimentarea facandu-se cu ajutorul unei benzi transportoare. De asemenea experimentarile au avut in vedere si modificarea sitelor, de la 0,020mm pana la 4,750mm,

Astfel s-a putut afla ca puterea consumata crestea curbiliniu cu 66% de la 1.72Kw la 1500 rpm pana la 5.06kW la 3500 rpm, cresterea consumului fiind atribuita cresterii turatiei.

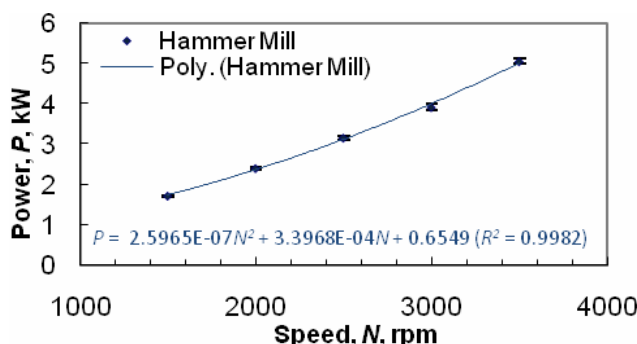


Fig. 3 - Revolution and consumed power ratio of the hammer mill

Z Miao et al. Researched mechanical comminution of Miscanthus plant with the help of a Retsch SK100 hammer mill. Their results showed that consumed energy in the process of plant grinding and screen orifices diameters used were in a strong relation. Specific humidity strongly affected consumed energy, especially for fine breakage. According to experimentation, hammer mill had a lower consumption in the grinding mill. Biomass breakage is the process that affects the entire technological flow.

Results obtained in [5] have shown that biomass specific humidity influences the energy consumed in order to obtain finer particles, conclusion resembling with a study made by Hess in [2] which shows that biomass humidity negatively influences the mill capacity and rises costs. Results have also shown miscanthus density using a screen larger than 4 or 6mm, leading to a lower cost for transportation of biomass. In other words, rising biomass

Z Miao et al. [5] au cercetat maruntirea mecanica a plantei Miscanthus cu ajutorul unei mori cu ciocane Retsch SK100. Rezultatele acestora au aratat ca energia consumata in procesul maruntirii plantei si diametrele orificiilor sitelor folosite erau in stransa relatie. Umiditatea specifica a afectat foarte puternic energia consumata, in special pentru maruntirea fina. Conform experimentelor acestora moara cu ciocane a avut un consum mai mic in procesul de maruntire al plantei energetice miscanthus decat o moara cu cutite. Maruntirea biomasei este procesul care afecteaza intreg fluxul tehnologic.

Rezultatele obtinute in [5] au aratat ca umiditatea specifica a biomasei influenteaza energia consumata pentru a produce particule fine, concluzie asemanatoare cu un studiu facut de Hess in [2] care arata ca umiditatea biomasei influenta negativ capacitatea morii si crestea costurile. Rezultatele au aratat de asemenea densitatea miscanthus folosind o sita mai mare de 4 sau 6 mm

density coefficient, the quantity of biomass was larger in one transport.

la orificii rezulta intr-un cost mult mai mic al transportului biomasei. In alta ordine de idei, crescand densitatea biomasei, cantitatea de biomasa era mult mai mare intr-un singur transport.

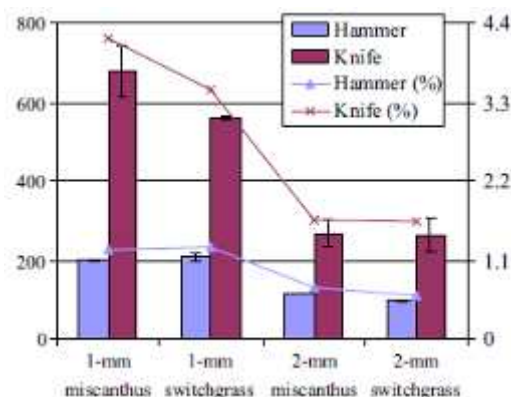


Fig. 4 - Energy consumption comparison between a Retch SK100 hammer mill and a SM2000 knife mill

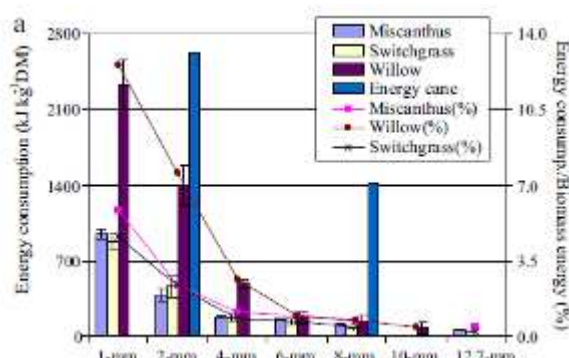


Fig. 5 - Breakage energy consumption (kJ kg⁻¹ DM) for Miscanthus, switchgrass, willow and energetic cane

Another scientific article which researched necessary power during breakage process is [7] in which the authors used as material the miscanthus stems. Material probes were subjected to grinding process with the help of a lab mill Grindomix GM 200, at different revolutions: 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 rpm. Through regression analysis the data were processed, and variation curves regarding grinded material distribution on dimension classes according to mill rotor revolution being obtained. Also, grinding specific energy and power variation curves were drawn, for stems according to rotor revolutions (fig.6). Taking into consideration the fact that stems and leaves were grinded separately it could be appreciated that, for stem grinding, rotor revolution must be bigger than 2000rpm than in the case of leaf grinding, which means a rise of periferic speed with 10m/s approximately.

Un alt articol stiintific care a urmarit evidentiarea puterii necesare in timpul procesului de maruntire este [7] in care autorii au folosit ca materie prima tulpini de miscanthus. Probele de material au fost supuse procesului de maruntire cu ajutorul unei mori de laborator Grindomix GM 200, la turatii diferite: 3000, 4000, 5000, 6000 si 7000 rpm. Prin analiza de regresie datele au fost prelucrate astfel obtinandu-se curbele de variatie privind distributia materialului maruntit pe clase de dimenisuni in functie de turatia rotorului morii. Totodata, au fost trasate si curbele de variatie ale puterii si energiei specifice de maruntire pentru tulpini functie de turatia rotorului (fig. 6). Avand in vedere faptul ca tulpinile si frunzele au fost maruntite separat s-a putut aprecia ca, pentru mărunțirea tulpinilor, turația rotorului mașinii de mărunțit trebuie sa fie mai mare ca circa 2000 rot/min decât în cazul mărunțirii frunzelor ceea ce înseamnă o creștere a vitezei periferice cu aproximativ 10m/s.

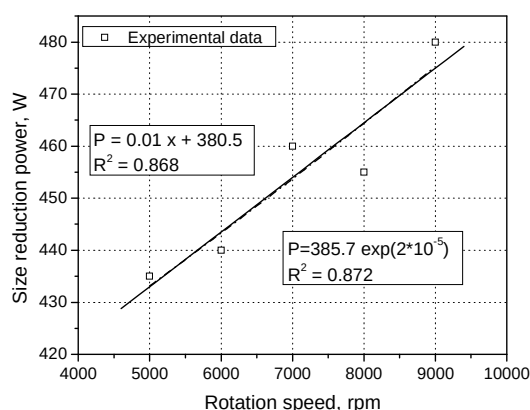


Fig. 6 - The variation curves of power and grinding specific energy

CONCLUSIONS

Energy consumed in the process of breakage remains the main factor that determines a high cost on pellets.

The efficiency of a comminution mill for biomass differs from one material to the other, and this is because it is affected by a large number of factors: humidity, bulk density, etc.

Biomass humidity strongly influences the energetic consumption for the breakage process, even more in the case of fine grinding, nonetheless, both for a large and small granulation grinded material, the hammer mill proved to be more efficient than the knife mill from an energy efficiency point of view.

Future studies in this field will lead to lowering the prices on the entire pellet production technological flow, especially in the biomass grinding process.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was partially supported by the strategic grant POSDRU/159/1.5/S/137070 (2014) of the Ministry of National Education, Romania, co-financed by the European Social Fund – Investing in People, within the Sectoral Operational Programme Human Resources Development 2007-2013.

REFERENCES

- [1]. Gil M., Gonzalez A., Gil A. (2008) - *Evaluation of milling energy requirements of biomass residues in a semi-industrial pilot plant for co-firing*, Proceedings of 16th European Biomass Conference and Exhibition, <http://www.conference-biomass.com/>;
- [2]. Hess J.R., Wright C.T., Kenney K.L. (2007) - *Cellulosic biomass feedstocks and logistics for ethanol production*, Biofuels Bioprod. Bioref., vol. 1, pg. 181–190;
- [3]. Himmel M., Tucker M., Baker J., Rivard C., Oh K., Grohmann K. (1985) - *Comminution of biomass: hammer and knife mills*. In Biotechnology and Bioengineering Symposium, No. 15: pg.39-58.
- [4]. Niedźwiecki Ł. (2011)- *Energy requirements for comminution of fibrous materials - qualitative chipping model* - Degree project in Bioenergy technology 2BT01E Supervisor: Professor Björn Zethraeus, Linnaeus University, Bioenergy Technology department;
- [5]. Miao Z., Grift T.E., Hansen A.C., Ting K.C. (2011) - *Energy requirement for comminution of biomass in relation to particle physical properties* - Elsevier, Industrial Crops and Products 33 pg.504–513;
- [6]. Müller J.A. (2003) - *Comminution of Organic Material*. Chemie Engineering Technology. 26(2): pp.207–217,
- [7]. Moiceanu G., Voicu Gh., Paraschiv G., Poenaru Cr.I., Maican E. (2012) – *Physical characteristics of miscanthus plants and power demand at grinding process*, Proceedings of 11th International Scientific Conference „Engineering for Rural Development”, vol.11, 24-25 May 2012, Jelgava, Letonia, pg.222-297 (ISSN 1691-3043);
- [8]. Schubert G. and Bernotat S. (2004) - *Comminution of non-brittle materials*, International Journal of Mineral Processing, 74S, pg.19-30;

CONCLUZII

Energia consumata in procesul de maruntire ramane in continuare principalul factor care determina costul ridicat al peletilor.

Randamentul unei mori pentru maruntit biomasa difera de la un material de maruntit la altul, si acest lucru deoarece este afectata de un numar mare de factori: umiditatea, densitatea in vrac, etc.

Umiditatea biomasei influenteaza puternic consumul energetic al procesului de maruntire, mai ales in cazul maruntirii fine, cu toate acestea atat pentru o granulatatie mare a tocatarii cat si pentru granulatatie fina, moara cu ciocane este mai eficienta energetic decat moara cu cutite.

Studii viitoare in acest domeniu pot duce la reduceri de costuri in intreg fluxul tehnologic de productie al peletilor, in special in procesul de maruntire a biomasei,

MULȚUMIRI

Aceasta lucrare a fost sprijinita partial de catre proiectul Grant POSDRU/159/1.5/S/137070 (2014) al Ministerului National al Educatiei, Romania, cofinantat prin Fondul Social European – Investeste in oameni!, in cadrul Programului Operational Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Gil M., Gonzalez A., Gil A. (2008) - *Evaluarea cerintelor necesarului de energie la tocarea reziduurilor de biomasa intr-o fabrica industrială pilot pentru co-ardere*, Lucrările celei de-a 16-a Conferință și Târg European de Biomasa, <http://www.conference-biomass.com/>;
- [2]. Hess J.R., Wright C.T., Kenney K.L. (2007) - *Loturi de biomasa celulozica si logistica pentru productia etanolului* - Biocombustibil Bioprod. Bioref. 1, pag. 181–190.
- [3]. Himmel M., Tucker M., Baker J., Rivard C., Oh K., Grohmann K. (1985) - *Maruntirea biomasei cu ajutorul morilor cu ciocane si cutite*. Simpozionul de Bioinginerie si Biotehnologie, Nr. 15: 39-58.
- [4]. Niedźwiecki Ł. (2011)- *Necearul de energie pentru maruntirea materialelor fibroase - model calitativ de obtinere a talasului*, - Proiect de diploma in Tehnologia Bioenergiei 2BT01E Profesor Björn Zethraeus, Universitatea Linnaeus, Departamentul de Tehnologia Bioenergiei;
- [5]. Miao Z., Grift T.E., Hansen A.C., Ting K.C. (2011) - *Necesarul de energie pentru maruntirea biomasei in corelatie cu proprietatile fizice ale particulelor* - Elsevier, Produse si Culturi Industriale Nr. 33 pag. 504–513;
- [6]. Müller J.A. (2003) - *Maruntirea materialelor organice*. Tehnologia Ingineriei chimice., Vol. 26(2): pag.207–217,
- [7]. Moiceanu G., Voicu Gh., Paraschiv G., Poenaru Cr.I., Maican E. (2012) – *Caracteristicile fizice ale plantei miscanthus si necesarul de putere in procesul de maruntire*, Continuari ale celei de-a 11 -a conferinta Stiintifica Interntionala „Inginerie pentru dezvoltare rurala”, vol.11, 24-25 mai 2012, Jelgava, Letonia, pag.222-297 (ISSN 1691-3043);
- [8]. Schubert G. and Bernotat S. (2004) - *Maruntirea materialelor fragile*, Jurnalul International de Procesare a Mineralelor, 74S, pag. 19-30;

[9]. Womac A.R., Igathinathane C., Bitra P., Miu P., Yang T., Sokhansanj S., Narayan S. (2007) - *Biomass Pre-Processing Size Reduction with Instrumented Mills*, ASABE Annual International Meeting, <http://www.biomassprocessing.org/>.

[9]. Womac A.R., Igathinathane C., Bitra P., Miu P., Yang T., Sokhansanj S., Narayan S. (2007) - *Procesarea biomasei si reducerea marimii acesteia cu ajutorul unor mori instrumentate*, Intalnirea Internationala Anuala ASABE, <http://www.biomassprocessing.org/>.

NEED OF DYNAMIC HARMONIZATION OF CERTIFICATION BODIES TO THE PROVISIONS OF EU REGULATIONS IN THE FIELD OF MACHINERY

NECESITATEA ARMONIZĂRII DINAMICE A ORGANISMELOR DE CERTIFICARE LA PREVEDERILE REGLEMENTĂRIILOR UNIUNII EUROPENE ÎN DOMENIUL MAȘINILOR

Eng. Epure M., Ph.D.Eng. Alexandru I., Ph.D.Eng. Brăcăcescu C., Eng. Găgeanu I.

INMA Bucharest

Tel: 0758-093832; E-mail: secretariat@inma.ro

Abstract: The machinery sector is an important part of the industry, with relevance to the national and Community economy. The "Machinery" Directive, originally developed in 1989, amended and modified over time to its current version has a dual role: to promote the free movement of machinery within the Single Market, but also to guarantee a high level of protection for users and citizens. Belonging to a "new legal framework (new legislative framework)" The Directive combines mandatory health and safety requirements with voluntary harmonized standards. The machines are placed on the market and used only if they satisfy the essential health and safety requirements set at EU level, if compliance has been evaluated in accordance with the applicable procedures and if they are marked according to specific technical regulations applicable.

Keywords: new legal frame, machine, product certification, accreditation.

INTRODUCTION

The legal basis of the Directive is represented by article 95 of the EC Treaty (now replaced by Article 114 of the Treaty on the Functioning of the European Union - TFEU) that allows the European Union to adopt measures to harmonize the laws of the Member States to ensure the establishment and functioning of the internal market.

Following the proposal of the European Commission, the Directive was adopted by the European Parliament and the Council, after consulting the European Economic and Social Committee on the co-decision procedure laid down in Article 251 of the EC Treaty (now called ordinary legislative procedure in Article 294 of TFEU) [2].

The "Machinery" Directive was originally numbered 89/392/EEC and appeared on 14 June 1989. It was modified on July 20, 1991 by Directive 91/368/EEC which introduced the concept of attachment in the definition of the machine and extended the application for mobile machines and for machines designed for lifting operations.

Another amendment was introduced in 1993 by Directive 93/44/EEC, when the notion of safety component was defined and when specific provisions were introduced for the machines designed for lifting and movement of people.

Finally, Directive 93/68 / EEC introduced harmonized provisions on CE marking.

Because from the combination of these various amendments resulted in a complex relation of interdependence, which made it difficult to establish a single set of comprehensive requirements, in 1998 the European Council introduced in June 22, 1998 the Directive 98/37/EC which was the consolidated version of all the earlier directives.

It has been subject to minor amendments by Directive 98/79 / EC in relation to the exclusion of medical devices.

Rezumat: Sectorul mașinilor constituie o parte importantă a industriei, cu relevanță în cadrul economiei naționale și comunitare. Directiva "Mașini", elaborată inițial în anul 1989, amendată și modificată de-a lungul timpului până la versiunea sa actuală, are un dublu rol: de promovare a liberei circulații a mașinilor în cadrul Pieței Unice, dar și de garantare a unui înalt nivel de protecție a utilizatorilor și cetățenilor. Aparținând unui "nou cadru legal (new legislative framework)", Directiva îmbină cerințele obligatorii de securitate și sănătate cu standardele armonizate voluntare. Mașinile sunt introduse pe piață și utilizate numai dacă satisfac cerințele esențiale de securitate și sănătate stabilite la nivelul Uniunii Europene, dacă conformitatea lor a fost evaluată în concordanță cu procedurile aplicabile și dacă sunt marcate potrivit reglementărilor tehnice specifice, aplicabile.

Cuvinte cheie: noul cadru legal, mașină, certificare produse, acreditare

INTRODUCERE

Temeiul juridic al Directivei este reprezentat de articolul 95 din Tratatul CE (în prezent înlocuit de articolul 114 din Tratatul privind Funcționarea Uniunii Europene – TFUE) care permite Uniunii Europene să adopte măsuri de armonizare a legislației statelor membre pentru a asigura stabilirea și funcționarea pieței interne.

În urma propunerii Comisiei, Directiva a fost adoptată de Parlamentul European și de Consiliu după consultarea Comitetului Economic și Social European în conformitate cu procedura de co-decizie stabilită la articolul 251 din Tratatul CE (în prezent denumită procedura legislativă ordinară la articolul 294 din TFUE) [2].

Directiva "Mașini" originală a fost numerotată 89/392/EEC și a apărut în 14 iunie 1989. Ea a fost modificată în 20 iulie 1991 de Directiva 91/368/EEC care a introdus noțiunea de echipament interschimbabil în definiția mașinii și a extins domeniul de aplicare la mașinile mobile și cele destinate operațiilor de ridicare.

Un alt amendament a fost introdus în anul 1993 prin Directiva 93/44/EEC, când s-a definit noțiunea de componentă de securitate și s-au introdus prevederi specifice pentru mașinile destinate ridicării și deplasării persoanelor.

În final, Directiva 93/68/EEC a introdus dispoziții armonizate privind marcajul CE

Deoarece din combinarea acestor diferite amendamente a rezultat o relație de interdependență complexă, care a făcut dificilă stabilirea unui set unic de cerințe cuprinzătoare, în 1998 Consiliul European a introdus în 22 iunie 1998 Directiva 98/37/EC care a reprezentat versiunea consolidată a tuturor directivelor anterioare.

Aceasta a făcut obiectul unei modificări minore prin Directiva 98/79/CE în legătură cu excluderea

It remained valid until December 29, 2009.

In 2006, the Commission decided to replace the Directive with a new one, 2006/42/EC, which contains several important modifications and brings new clarifications.

MATERIAL AND METHOD

Annex I to the Directive covers essential health and safety requirements to be taken into account by the manufacturer in the design and development of a product.

Initially, these essential requirements contained a general application field, valid for all products and specific dangers to food machines, hand-held portable machines and / or directed by hand and machines for wood and similar materials.

Continued expansion of the scope of the Directive has led to the introduction of specific essential requirements and other special groups such as moving machines, machines that running lifting operations on objects, materials or goods, machinery for underground work and finally machines presenting hazards due to lifting or moving of persons [1].

Annex IV sets out the categories of machines subject to conformity assessment procedures involving a Notified Body.

Directive 89/392 / EEC comprised 12 groups of machines: Circular saws (single- or multi-blade) for working with wood and meat; hand-fed surface planing machines for woodworking; thicknessers for one-side dressing with manual loading and/or unloading for woodworking; band-saws with a mobile bed or carriage and manual loading and/or unloading for working with wood and meat; combined machines for woodworking; hand-fed tenoning machines with several tool holders for woodworking; hand-fed vertical spindle moulding machines; portable chain saws for woodworking; presses, including press-brakes, for the cold working of metals, with manual loading and/or unloading, whose movable working parts may have a travel exceeding 6 mm and a speed exceeding 30 mm/s. Injection or compression plastics-moulding machines with manual loading or unloading. Injection or compression rubber-moulding machines with manual loading or unloading. Cartridge-operated fixing guns.

In 1991 from the list of machines contained in Annex IV were excluded machines equipped with load securing explosive cartridges and introduced: machines for underground working of the type - mobile machinery on rails (locomotives and trolleys with brakes), hydraulic support elements, internal combustion engines designed to equip machines for underground works; household refuse collection machines with manual loading and having a compaction mechanism built in; protection devices and removable transmission driveshafts, and also vehicle lifts.

Directive 93/44/EEC brings a series of changes in the name of groups of machines such as: Circular saws (single- or multi-blade) for working with wood and analogous materials or for working with meat and analogous materials; band-saws with a fixed or mobile bed and band-saws with a mobile carriage, with manual loading and/or unloading, for working with wood and analogous materials or for working with meat and analogous materials; combined machines for working with wood and analogous materials; hand-fed vertical spindle moulding machines for working with wood and similar materials.

dispozitivelor medicale. Aceasta a rămas valabilă până la 29 decembrie 2009.

În anul 2006 Comisia a hotărât înlocuirea directivei cu una nouă, 2006/42/EC, care conține mai multe modificări importante și aduce noi clarificări.

MATERIAL ȘI METODĂ

Anexa I la Directivă reglementează cerințele esențiale de securitate și sănătate care trebuie luate în considerare de către producător la proiectarea și realizarea unui produs.

Inițial, aceste cerințe esențiale cuprindeau un domeniu de aplicare general, valabil tuturor produselor și pericole specifice pentru mașinile agroalimentare, mașinile portabile ținute în mână și/sau dirijate cu mâna și mașinile pentru prelucrarea lemnului și materialelor similare.

Extinderea continuă a domeniului de aplicare a directivei a condus la introducerea cerințelor esențiale specifice și altor grupe de mașini precum: mașini mobile, mașini care execută operații de ridicare a obiectelor materialelor sau mărfurilor, mașini destinate lucrului în subteran și în final mașini care prezintă pericole datorate ridicării sau deplasării de persoane [1].

Anexa IV stabilește categoriile de mașini care fac obiectul procedurilor de evaluare a conformității care implică un organism notificat.

Directiva 89/392/EEC cuprindea 12 grupe de mașini: ferăstraie circulare (simple sau multiple) pentru prelucrarea lemnului și a cărnii; mașini de îndreptat cu avans manual pentru prelucrarea lemnului; mașini de rindeluit pe o față cu alimentare și/sau evacuare manuală pentru prelucrarea lemnului; ferăstraie cu pânză panglică cu masă mobilă sau cărucior, cu alimentare și/sau evacuare manuală pentru prelucrarea lemnului și a cărnii; mașini combinate pentru prelucrarea lemnului; mașini de cepuit cu mai multe axe cu avans manual pentru prelucrarea lemnului; mașini de frezat cu ax vertical cu avans manual pentru prelucrarea lemnului; ferăstraie portabile cu lanț; prese, inclusiv prese pentru îndoit, pentru prelucrarea la rece a metalelor, cu încărcare și/sau descărcare manuală, ale căror elemente mobile de lucru pot să aibă o cursă superioară valorii de 6 mm și o viteză mai mare de 30 mm/s; mașini de format mase plastice prin injecție sau comprimare cu încărcare și/sau descărcare manuală; mașini de format piese din cauciuc prin injecție sau comprimare cu încărcare și/sau descărcare manuală; mașini prevăzute cu cartușe de fixare a încărcăturii explozive.

În anul 1991 din lista mașinilor cuprinse în Anexa IV au fost excluse mașinile prevăzute cu cartușe de fixare a încărcăturii explozive și introduse: mașini pentru lucrări subterane de tipul - mașini mobile pe șine (locomotive și vagonete cu sistem de frânare), elemente de susținere cu acționare hidraulică, motoare cu ardere internă destinate să echipeze mașinile pentru lucrări subterane; mașini de colectare a resturilor menajere cu încărcare manuală și având un mecanism de compactare încorporat; dispozitive de protecție și arbori cardanici de transmisie amovibili, precum și elevatoarele pentru vehicule.

Directiva 93/44/EEC aduce, o serie de modificări în denumirea grupelor de mașini precum: ferăstraie circulare (simple sau multiple) pentru prelucrarea lemnului și a materialelor similare sau pentru prelucrarea cărnii și a materialelor similare; ferăstraie cu pânză panglică cu masă fixă sau mobilă și ferăstraie cu pânză panglică cu cărucior mobil, cu alimentare și/sau evacuare manuală pentru prelucrarea lemnului și a materialelor similare sau pentru prelucrarea cărnii și a materialelor similare; mașini combinate pentru prelucrarea lemnului și materialelor similare; mașini de frezat cu ax vertical cu avans manual pentru prelucrarea lemnului și a materialelor similare.

Also, it introduces two new groups of machines: devices for the lifting of persons involving a risk of falling from a vertical height of more than three meters and machines for the manufacture of pyrotechnics.

Following the definition of the concept of "security component" in Annex IV have been included: electro-sensitive devices designed specifically to detect persons in order to ensure their safety; logic units which ensure the safety functions of bio-manual controls; roll-over protection structures (ROPS) and falling-object protective structures (FOPS).

Concerning the contents of the CE declaration of conformity (Annex II), it did not suffer major changes. Data was added regarding the notified body which carried out the conformity assessment also in the case of machines that are to be incorporated and, of course, it was indicated the content of the declaration for the safety components.

If initially in the "Machinery" Directive it was talked about the EC mark (Annex III), Directive 93/68 / EEC changed the name to "CE marking". Also now the proportions to which this mark must comply are fixed. It also introduces the possibility that the control authorities of the Member States to take action where the CE marking has been applied incorrectly, reaching to the removal from the market if the non-compliance persists.

Adopted by the European Parliament and the Council of the European Union, the New "Machinery" Directive refers to technical progress, focuses more on the free movement of goods in the EU market, provides a clearer scope and defines better the key terms and concepts used. It acts as cover for harmonized standards on industrial security.

One of the objectives of the revision of the Directive was to clarify the limits between its scope and the one of the Low Voltage Directive (LVD).

The main differences between the two directives refer to moving parts and classification of risks of injury associated with them. These risks are dealt more seriously and are more severe in the Machinery Directive than in the LVD. Now there are six clearly defined categories of electrical machines which are excluded from the scope of the "Machinery" Directive and covered by LVD: electrical house equipment, audio / video equipment, IT equipment, office equipment, low-voltage switchgear and control devices and electric motors.

The most significant changes to the essential requirements is the need and responsibility of a risk assessment by the manufacturer, the different stages of the life span of an industrial machine are detailed and now include the phases of transportation, assembly / disassembly, decommissioning separated from the normal use phase, emissions of noise and vibration are now specific requirements.

Industrial security has become an increasingly serious problem treated in the last decade, and the new Directive provides a detailed list of 17 security components specified in a separate Annex.

Regarding the conformity assessment procedures the following changes have been made:

- for machines that are not found in Annex IV it is no longer enough just to make a technical documentation file and the EC declaration of conformity. The manufacturer must conduct an internal control of production;
- for machines that are part of Annex IV and are manufactured according to the harmonized standards, if the manufacturer chooses to involve a Notified Body, the receipt and retention of the technical file

Totodată, introduce două noi grupe de mașini: echipamente pentru ridicarea persoanelor care prezintă risc de cădere de la o înălțime mai mare de 3 m și mașini pentru fabricarea de articole pirotehnice.

Ca urmare a definirii noțiunii de "componentă de securitate", în Anexa IV au fost incluse: dispozitivele electrosensibile proiectate pentru detectarea persoanelor în scopul asigurării securității acestora; blocurile logice care asigură funcții de securitate pentru comenzi bimanuale, structurile de protecție pentru combaterea efectelor răsturnării (ROPS) și a căderilor de obiecte (FOPS).

În ceea ce privește conținutul Declarației CE de conformitate (Anexa II), acesta nu a suferit modificări majore. Au fost introduse date referitoare la organismul notificat care a efectuat evaluarea conformității și în cazul mașinilor ce urmează să fie încorporate și desigur a fost indicat cuprinsul declarației pentru componentele de securitate.

Dacă inițial în Directiva "Mașini" se vorbea de marca EC (Anexa III), directiva 93/68/EEC schimbă această denumire în "Marcaj CE". Tot acum sunt fixate proporțiile pe care acest marcaj trebuie să le respecte. Totodată, introduce posibilitatea ca organele de control ale statelor membre să ia măsuri în cazul în care marcajul CE a fost aplicat în mod incorect, ajungând până la retragerea produsului de pe piață dacă această neconformitate persistă.

Adoptată de către Parlamentul European și Consiliul Uniunii Europene, Noua Directivă "Mașini" vizează progresul tehnic, se focalizează mai mult pe libera circulație a mărfurilor pe piața UE, oferă o prezentare mai clară a domeniului de aplicare și definește mai bine termenii și conceptele cheie utilizate. Ea acționează ca acoperire pentru standardele armonizate de securitate industrială.

Unul dintre obiectivele revizuirii directivei a fost acela de a clarifica limita dintre domeniul de aplicare a acesteia și cel al directivei de joasă tensiune (LVD).

Principalele diferențe între cele două directive se referă la componentele în mișcare precum și la clasificarea riscurilor de accidentare asociate acestora. Aceste riscuri sunt tratate mult mai serios și severe de către Directiva Mașini decât LVD. Acum, există șase categorii clar definite de mașini electrice ce sunt excluse de la scopul Directivei "Mașini" și care cad sub incidența LVD: echipamentele electrocasnice, echipamentele audio/video, echipamentele IT, echipamente de birou, dispozitivele de comutație și control de joasă tensiune și motoarele electrice.

Cele mai semnificative modificări ale cerințelor esențiale se referă la necesitatea și responsabilitatea unei evaluări a riscului de către producător, diferitele etape ale duratei de viață a unei mașini industriale sunt detaliate și includ acum și etapele de transport, asamblare/dezasamblare, dezafectare separat de etapa de utilizare normală, emisia de zgomote și vibrații are acum cerințe specifice.

Securitatea industrială a devenit o problemă tot mai serios tratată în ultimul deceniu, iar noua Directivă asigură o listă detaliată de 17 componente de securitate specificate într-o Anexă separată.

În ceea ce privește procedurile pentru evaluarea conformității s-au adus următoarele modificări:

- pentru mașinile care nu se regăsesc în Anexa IV nu mai sunt suficiente doar dosarul tehnic și declarația CE de conformitate. Producătorul trebuie să efectueze și controlul intern al producției;
- pentru mașinile care fac parte din Anexa IV și sunt fabricate conform standardelor armonizate, dacă producătorul alege să implice un organism notificat, primirea și păstrarea dosarului tehnic sau atestarea

- or its certification is no longer applicable;
- machines that are part of Annex IV, regardless of how they were made (with or without compliance or with partial compliance with the harmonized standards) it was introduced the total quality assurance procedure;
- details on the introduction on the market of partly completed machinery.

It is important to be noted that according to the new directive, EU member states must constantly and periodically assess the notified bodies. If a notified body no longer meets the criteria, Member States may withdraw the notification.

The new "Machinery" Directive explains better the role of Member States in the organization of *market surveillance*. These obligations include cooperation between market surveillance authorities and transparency and confidentiality requirements [3].

RESULTS

INMA-CERT (Certification Body for the conformity of machinery and installations for agriculture and food industry) has been operating within INMA-Bucharest for about 18 years and is a third-part certification body for products whose organization and functioning comply with the requirements of SR EN ISO/CEI 17065:2013 Conformity assessment - Requirements for bodies certifying products, processes and services;

Since the beginning, INMA-CERT has understood the importance of accreditation, which confers authority on the technical skills of the body and guarantees the necessary level of confidence in the conformity certificates issued by it.

Thus INMA-CERT is the *first certification body in Romania*, accredited by the Accreditation Association of Romania - RENAR - by the Accreditation Certificate no. 006-C / 1996, reaccredited in 2007 by the Accreditation Certificate no. PR 006 and updated on 02/05/2011, performing conformity assessment of products, particularly for agriculture and food industry.

Even though they are not in Annex IV of the "Machinery" Directive, many agricultural machines must meet the requirements of safety. Romanian manufacturers of such machinery understand that product certification; respectively conformity assessment with the requirements of the Directive and harmonized standards gives it added value and increases customer confidence, a fact emphasized by the organism issue of over 400 certificates of conformity.

Through its work in the field of conformity assessment, INMA-CERT has ensured a solid reputation and is an endorser for promoting products that comply with the requirements of the applicable regulations in its field.

Alignment with European requirements on safety of life, health and environmental protection has led to dynamically adaptation of the body's activity, managing to translate as faithfully as possible in their quality management system documents, the provisions in the "Machinery" Directive, including those relating to the notification requirements.

Therefore, within the scope of Directive 2006/42/EC, INMA, the legal entity of which INMA-CERT is part of, was accredited by RENAR with the Accreditation Certificate no. ON 002/2008 updated 02.05.2011, recognized by the Ministry of Labour, Family and Social Protection through the Certificate of Recognition No. 5/05.12.2005 and notified by the European Commission in January 2007, receiving the identification number 1804.

- acestuia nu se mai aplică;
- pentru mașinile care fac parte din Anexa IV, indiferent de modul în care au fost fabricate (cu sau fără respectarea sau respectarea parțială a standardelor armonizate) a fost introdusă procedura de asigurare totală a calității;
- au fost introduse precizări referitoare la introducerea pe piață a cvasimașinilor.

Este de remarcat faptul că, potrivit noii directive, statele membre UE trebuie să-și evalueze constant și periodic organismele notificate. Dacă un organism notificat nu mai îndeplinește criteriile statele membre pot retrage notificarea.

Noua directivă "Mașini" explicitează mai bine rolul statelor membre în organizarea *supravegherii pieței*. Aceste obligații includ cooperarea între autoritățile de supraveghere a pieței și cerințe privind confidențialitatea și transparența [3].

REZULTATE

INMA-CERT (Organism de certificare a conformității mașinilor și instalațiilor destinate agriculturii și industriei alimentare) funcționează în cadrul INMA-București de cca 18 ani și este un organism de certificare produse, „de terță parte”, a cărui organizare și funcționare sunt conforme cu cerințele: SR EN ISO/CEI 17065:2013 – Evaluarea conformității. Cerințe pentru organisme care certifică produse, procese și servicii.

Încă de la început INMA-CERT a înțeles importanța acreditării, care conferă autoritate asupra competențelor tehnice ale organismului și garantează nivelul necesar de încredere în certificatele de conformitate emise de acesta.

Astfel, INMA-CERT este *primul organism din România*, acreditat de Asociația de Acreditare din România – RENAR - prin Certificatul de Acreditare nr. 006-C/1996, reacreditat în 2007 prin Certificatul de Acreditare nr. PR 006 și actualizat în 02.05.2011, care efectuează evaluarea conformității produselor, cu precădere cele destinate agriculturii și industriei alimentare.

Chiar dacă nu se regăsesc în Anexa IV la Directiva "Mașini", multe dintre mașinile agricole trebuie să îndeplinească cerințe complexe de securitate. Producătorii români de astfel de echipamente tehnice au înțeles că certificarea produsului, respectiv evaluarea conformității cu cerințele directivei și a standardelor armonizate aplicabile, îi conferă acestuia plusvaloare și sporește încrederea clienților, fapt dovedit prin emiterea de către organism a peste 400 de certificate de conformitate.

Prin activitatea sa în domeniul evaluării conformității INMA-CERT și-a asigurat o reputație solidă și este un girant al promovării produselor conforme cu cerințele documentelor normative aplicabile domeniului său de activitate.

Alinierea la cerințele europene privind securitatea vieții, a protecției sănătății și a mediului înconjurător a condus la adaptarea în mod dinamic a activității Organismului, reușind să transpună cât mai fidel, în documentele proprii sistemului de management al calității, prevederile directivei "Mașini", inclusiv cele referitoare la cerințele de notificare.

Ca urmare, în domeniul reglementat de Directiva 2006/42/EC, INMA, ca entitate legală din care face parte INMA-CERT, a fost acreditat de RENAR prin Certificatul de Acreditare nr. ON 002/2008 actualizat în 02.05.2011, recunoscut de Ministerul Muncii, Familiei și Protecției Sociale prin Certificatul de Recunoaștere nr. 5/05.12.2005 și notificat de Comisia Europeană în ianuarie 2007, primind numărul de identificare 1804.

The notified field comprises the following groups of machinery: Circular saws (single- or multi-blade) for working with wood and analogous materials or for working with meat and analogous materials; Hand-fed surface planing machinery for woodworking; Thicknessers for one-side dressing having a built-in mechanical feed device, with manual loading and/or unloading for woodworking; sawing machinery with fixed blade(s) during cutting, having a fixed or reciprocating-movement bed or support for the work piece; band-saws with manual loading and/or unloading, for working wood or analogous materials or for working with meat and analogous materials; combined machinery; Hand-fed vertical spindle moulding machinery for working with wood and material with similar physical characteristics; Portable chainsaws for woodworking; Presses, including press-brakes, for the cold working of metals, with manual loading and/or unloading, whose movable working parts may have a travel exceeding 6 mm and a speed exceeding 30 mm/s; Injection or compression plastics-moulding machinery with manual loading or unloading; Injection or compression rubber-moulding machinery with manual loading or unloading; manually loaded trucks for the collection of household refuse incorporating a compression mechanism; removable mechanical transmission devices including their guards; guards for removable mechanical transmission devices; vehicle servicing lifts; power-operated interlocking movable guards designed; roll-over protective structures (ROPS).

INMA-CERT has the capability to assess the compliance of these types of products both through the EC type examination and the full quality assurance procedure.

When the procedure "EC type examination" is applied, the body relies on tests carried out in accredited laboratories, working mainly with INMA laboratory, accredited by RENAR with the Accreditation Certificate no. LI 451 / 05.02.2013.

As a Notified Body for the Machinery Directive, INMA is registered in the CIRCABC database (Communication and Information Resource Centre for Administrator, Businesses and Citizens) having permanent access to information on the activities of vertical groups, and the "Guidelines for Use" adopted and thus becoming guidelines in the activity of bodies.

CONCLUSIONS

The continuous evolution of the "Machinery" Directive continuously aimed to reduce the risks involved in the use of technical equipment, taking into account the technical level existing at the time of construction and the technical and economic requirements. The procedures for assessment of conformity with the essential health and safety requirements were also adapted from the point of view of the imminent danger posed by the different types of machines, taking into account the nature of the verification required, resulting in case of the existence of higher risk factors, in the recommendation for a stricter certification, made by notified bodies.

The activity of these bodies also required the alignment to the Community notification criteria and newly to accreditation as stipulated in the Regulation (EC) No 765/2008 Of The European Parliament And Of The Council Of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and market surveillance relating to the marketing of products.

Continuous optimization of the structure and activity of the INMA-CERT body under national and European

Domeniul notificat cuprinde următoarele grupe de mașini: ferăstraie circulare (simple sau multiple) pentru prelucrarea lemnului și materialelor cu caracteristici fizice similare sau pentru prelucrarea cărnii și materialelor cu caracteristici fizice similare; mașini de îndreptat cu avans manual pentru prelucrarea lemnului; mașini de rindeluit pe o față care este prevăzută prin construcție cu dispozitiv de antrenare mecanizată, cu alimentare și/sau evacuare manuală pentru prelucrarea lemnului; ferăstraie cu pânză panglică, cu alimentare și/sau evacuare manuală pentru prelucrarea lemnului și materialelor cu caracteristici fizice similare sau pentru prelucrarea cărnii și materialelor cu caracteristici fizice similare; mașini combinate; mașini de frezat cu ax vertical cu avans manual pentru prelucrarea lemnului și materialelor cu caracteristici fizice similare; ferăstraie portabile cu lanț pentru prelucrarea lemnului; prese, inclusiv prese pentru îndoit, pentru prelucrarea la rece a metalelor, cu încărcare și/sau descărcare manuală, ale căror elemente mobile pot să aibă o cursă superioară valorii de 6 mm și o viteză mai mare de 30 mm/s; mașini de format mase plastice prin injecție ori comprimare cu încărcare și/sau descărcare manuală; mașini de format piese din cauciuc prin injecție ori comprimare cu încărcare și/sau descărcare manuală; mașini de colectare a deșeurilor menajere cu încărcare manuală și având un mecanism de compactare încorporat; arbori de transmisie cu articulații cardanice, inclusiv protectorii lor; protectorii arborilor de transmisie cu articulații cardanice; elevatoare pentru vehicule; protectori mobili acționați cu un dispozitiv de blocare; structuri de protecție pentru combaterea efectelor răsturnării (ROPS).

INMA-CERT are capacitatea de a evalua conformitatea acestor tipuri de produse atât prin examinare CE de tip cât și prin procedura de asigurare totală a calității.

Atunci când aplică procedura "Examinare CE de tip", Organsimul se bazează pe încercările realizate în cadrul laboratoarelor acreditate, colaborând cu precădere cu laboratorul INMA, acreditat RENAR prin Certificatul de acreditare nr. LI 451/05.02.2013.

Ca organism notificat pentru Directiva Mașini, INMA este înscris în baza de date CIRCABC (Communication and Information Resource Centre for Administrator, Businesses and Citizens) având în permanență acces la informațiile referitoare la activitățile grupurilor verticale, precum și la "Recomandările pentru utilizare" adoptate și care devin astfel linii directoare în activitatea organismelor.

CONCLUZII

Evoluția continuă a directivei "Mașini" a urmărit în permanență reducerea riscurilor implicate de utilizarea echipamentelor tehnice, ținând cont de nivelul tehnic existent în momentul construcției și de cerințele tehnice și economice. Procedurile de evaluare a conformității cu cerințele esențiale de securitate și sănătate au fost și ele adaptate din punct de vedere al pericolului iminent prezentat de diferitele categorii de mașini, luând în considerare natura verificărilor necesare, rezultând, în cazul existenței unor factori mai mari de risc, recomandarea pentru o certificare mai strictă, efectuată de organisme de certificare notificate.

Activitatea acestor organisme a necesitat și ea alinierea la criteriile comunitare privind notificarea și mai nou la acreditare, așa cum este stipulat în Regulamentul nr. 765/2008 al Parlamentului European și al Consiliului din 9 iulie 2008 de stabilire a cerințelor de acreditare și de supraveghere a pieței în ceea ce privește comercializarea produselor.

Optimizarea permanentă a structurii și activității organismului INMA-CERT potrivit reglementărilor naționale și europene,

regulations, by adapting the organizational and functional structure, the documents of the quality management system and conformity assessment rules showed that, through the certificates of conformity issued, it significantly increased user confidence in product quality and security level regarding their exploitation.

Manufacture of agricultural machinery has been a traditional industry in our country, but the privatization of factories, their failure to adapt to the new requirements of the market economy and the low level of investment in advanced means of production and quality management led, in time, to the restriction of the domain of activity or even to their dissolution. This situation was reflected in the activity of the body, which in the recent years has certified increasingly fewer products manufactured in our country, in favor of the imported ones.

REFERENCES

- [1]. Directive 2006/42/EC "Machinery";
- [2] Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/EC - 2nd Edition - June 2010;
- [3] Regulation (EC) No 765/2008 of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and market surveillance relating to the marketing of products.

prin adaptarea structurii organizatorice și funcționale, a documentelor sistemului de management al calității și a regulilor de evaluare a conformității produselor au demonstrat că, prin Certificatele de conformitate emise, acesta a contribuit substanțial la creșterea încrederii utilizatorilor în calitatea produselor și în gradul de securitate privind exploatarea lor.

Fabricarea de mașini agricole a reprezentat o industrie tradițională în țara noastră, dar privatizarea uzinelor, neadaptarea lor la noile cerințe ale economiei de piață și nivelul scăzut al investițiilor în mijloace de producție performante și management de calitate au condus, în timp, la restrângerea domeniului de activitate sau chiar la desființarea lor. Această situație s-a reflectat și în activitatea Organismului, care în ultimii ani a certificat din ce în ce mai puține produse fabricate în țara noastră în favoarea celor importate.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Directiva 2006/42/EC "Mașini"
- [2] Ghid de aplicare a Directivei "Mașini" 2006/42/EC- Ediția a doua-iunie 2010;
- [3]. Regulamentul nr. 765/2008 al Parlamentului European și al Consiliului din 9 iulie 2008 de stabilire a cerințelor de acreditare și de supraveghere a pieței în ceea ce privește comercializarea produselor.

CEREAL SEEDS SEPARATION ON AN OSCILLATING ASPIRATOR-SEPARATOR BY COMBINED METHOD: ON SIEVES / WITH AIRFLOW

SEPARAREA SEMINTELOR DE CEREALE PE UN SEPARATOR ASPIRATOR OSCILANT PRIN METODA COMBINATĂ: PE SITE / CU AJUTORUL CURENȚILOR DE AER

Eng. Bunduchi G., PhD. Eng. Găgeanu P., PhD. Eng. Brăcăcescu C.,
PhD. Stud. Eng. Ivancu B., PhD. Stud. Eng. Zăica A.

INMA Bucharest / Romania

Abstract: The paper presents the results of separation of impurities from seeds mass with an oscillating aspirator- separator, using the combination method: by floating speed and by size. The results of experimental research combined with the study of phenomena that influence the separation of impurities allowed optimization design of the oscillating aspirator-separator SAO100 and founding the appropriate sieves and fan depending on the nature of the material that is processed.

Keywords: aspiration, separator, seeds, screening sieves

INTRODUCTION

In order to obtain a high quality seed material and seeds with high purity used in consumption it was required primary processing of grain and industrial plants seeds.

This technological operation includes several constructive types of technical equipment for separating and removing the impurities existing in seeds mass [1, 2, 4]. Separation of seeds with air currents is applied as a secondary operation to clean grain separator with vacuum [3].

The researches in the field have shown, that for the separation of air currents of the components of a mixture of seeds, the separation is better as the difference between in floating speed of the components is higher [5, 6].

With the help of the oscillating vacuum separator, separating cereal seed is made by the action of air currents and by size, depending on the width of the sieve.

SAO 1000, the oscillating vacuum separator is a compact design, the casing having the possibility of connecting to the suction flow of system technology, facilities and cleaning of seeds, pre-cleaning silos, seed conditioning plants, FNC's, breweries, factories, oil which protects the environment from harmful emissions.

MATERIAL AND METHOD

For achieving the experiments, it was used an oscillating vacuum separator - SAO 1000 (fig. 1) which carries the seed separation using air stream based on difference between floating velocity, resistance coefficients and coefficients of floating in the air, parameters that characterize the aerodynamic properties of the seeds in a stream of air. The link between subassemblies which have relative motion is achieved by means of rubberized cloth bellows.

The main components of the machine (Fig. 2) are: the framework, frame with sieve, suction channel, mechanism with eccentric drive.

The framework construction is a rigid metal sheet of 6 mm thickness. The frame is mounted to the support frame with sieve, supply visors, aspiration channels, drive system and suspension system.

The frame with sieves is the main subassembly of the machine and is composed of a chassis and cleaning

Rezumat: Lucrarea prezintă rezultatele obținute la separarea impurităților din masa de semințe cu un separator aspirator oscilant, utilizând metoda combinată de separare: după viteza de plutire, respectiv după dimensiuni. Rezultatele obținute în urma cercetărilor experimentale combinate cu studiul fenomenelor care influențează procesul de separare a impurităților au permis optimizarea constructivă a separatorului aspirator oscilant SAO100 și echiparea cu sitele corespunzătoare și ventilatorul adecvat, funcție de natura materialului prelucrat.

Cuvinte cheie: aspirație, separator, semințe, site de cernere

INTRODUCERE

În scopul obținerii unui material semincer de calitate superioară și a unor semințe cu o puritate superioară folosite la consum, este necesară prelucrarea primară a semințelor de cereale și plante tehnice.

Această operație tehnologică include mai multe tipuri constructive de echipamente tehnice pentru separarea și eliminarea impurităților existente în masa de semințe [1, 2, 4]. Separarea semințelor cu ajutorul curenților de aer, se aplică ca operație secundară la curățirea cerealelor cu ajutorul separatorului aspirator [3].

Cercetările în domeniu au arătat că pentru separarea cu ajutorul curenților de aer a componentelor unui amestec de semințe, separarea este cu atât mai bună cu cât diferența între vitezele de plutire ale componentelor este mai mare [5, 6].

Cu ajutorul separatorului aspirator oscilant, separarea semințelor de cereale se face prin acțiunea curenților de aer și după dimensiuni, funcție de lățimea sitelor.

Separatorul aspirator oscilant SAO 1000 este o concepție compactă, carcasată cu posibilitatea de racordare la instalația de aspirație din fluxul tehnologic, al instalațiilor de precurățire și curățire a semințelor din silozuri, stații de condiționat semințe, FNC - uri, fabrici de bere, fabrici de ulei, ceea ce protejează mediul înconjurător împotriva noxelor.

MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru realizarea experimentărilor s-a utilizat un separator aspirator oscilant - SAO 1000 (fig. 1) care realizează procesul de separare a semințelor cu ajutorul curentului de aer având la bază diferența vitezelor de plutire, a coeficienților de rezistență și a coeficienților de plutire în aer, parametree care caracterizează proprietățile aerodinamice ale semințelor într-un curent de aer. Legătura dintre subansamblurile între care există mișcare relativă se realizează prin intermediul unor burdufuri din pânză cauciucată.

Principalele părți componente ale utilajului (fig. 2) sunt: cadrul, batiul cu site, canalul de aspirație, mecanismul cu excentric și sistemul de acționare.

Cadrul este o construcție metalică rigidă din tablă groasă de 6 mm. Pe cadru se montează batiul cu site, vizoarele de alimentare, canalele de aspirație, sistemul de acționare și sistemul de suspendare.

Batiul cu site este principalul subansamblu al utilajului și este compus dintr-o carcasă și organele de curățire a

bodies of the material to be processed. The casing construction is conceived of weld sheet. The side walls are provided with special pins fixing the guides where are the shaking frames and tilt adjustment system of the sieve. The frames are fitted in special guides specific to these types of frames. Fixing longitudinal frames is made through special blocking caps that can be easily handled using the hand wheel.

Cleaning the sieve is made by using rubber balls, which move due to oscillation motion of the bed frame on a wire cloth, so that the balls jump in different directions, hitting the active surface of the sieve, removing the seeds and dirt stuck in the sieve openings. To uniformly distribute the material to be processed upper screen surface casing is provided with step with inclined planes.

The eccentric mechanism is composed of a pulley belt mounted on a shaft with two spherical roller bearings. The eccentric shaft mechanism is mounted in a welded socket pressed into a sheet support. The bracket is secured to the bottom wall of the frame with the sieve through bolt. Pulleys shape design allows mounting on it the necessary counterweights for adjusting oscillation circle radius of beam frame with sieve.

The suction channel is a welded sheet metal construction having an appropriate section of intensive aspirations. It is fitted with a clamshell for adjusting the intake of air speed and the speed of transport of the impurities in the channel.



Fig. 1 - Separator vacuum swing - SAO 1000 (Overview)

The increase in impurities and moisture leads to a proportional decrease in the working capacity and the degree of separation.

The mixture of seeds and dirt enter the machine through tubes with viewfinder from where, by free fall end up on the inclined planes and ensure an even distribution of the product throughout the width of the upper grid.

In this area by the existing intake of air, dust, and some of the lighter impurities contained in the core material, are drawn into the core suction network of the installation which is part of the equipment.

It was also verified proper operation of the equipment and measuring devices used (electronic scale and hectoliter balance, electronic leveling device with bubble, electronic hygrometer, anemometer, inductive displacement transducer, tachometer, phase and frequency analyzer) and measured conditions of environment (ambient temperature and relative humidity) in which they have been used.

materialului de prelucrat. Carcasa este concepută în construcție din tablă sudată. Pereții laterali sunt prevăzuți cu știfturi speciale de fixare a ghidajelor în care se află ramele de cernere și sistemul de reglare a înclinării sitelor. Ramele se montează în ghidaje speciale specifice acestor tipuri de rame. Fixarea ramelor în plan longitudinal se face prin intermediul unor capace speciale de blocare ce pot fi ușor manevrate cu ajutorul unor roți de manevră.

Curățirea sitelor se face cu ajutorul unor bile de cauciuc, care se deplasează datorită mișcării de oscilație a batiului, pe o țesătură de sârmă, astfel încât bilele sar în diferite direcții, lovind suprafața activă a sitelor, îndepărtând semințele și impuritățile blocate în orificiile sitelor. Pentru distribuirea cât mai uniformă a materialului de prelucrat pe suprafața sitei superioare, carcasa este prevăzută cu plane înclinate în trepte.

Mecanismul cu excentric este format dintr-o roată de curea montată pe un ax prin intermediul a doi rulmenți radial-oscilanți. Axul mecanismului cu excentric este montat presat într-o bucă sudată într-un suport din tablă. Suportul este fixat pe peretele inferior al batiului cu site prin intermediul unor prezoane și piulițe. Roata de curea prin forma constructivă permite montarea pe ea a unor contragreutăți necesare reglării razei cercului de oscilație a batiului cu site.

Canalul de aspirație, este o construcție din tablă sudată având la aspirație o secțiune corespunzătoare unei aspirații intensive. Este prevăzut cu o clapetă pentru reglarea vitezei aerului din zona de aspirație și a vitezei de transport în canal a impurităților aspirante.

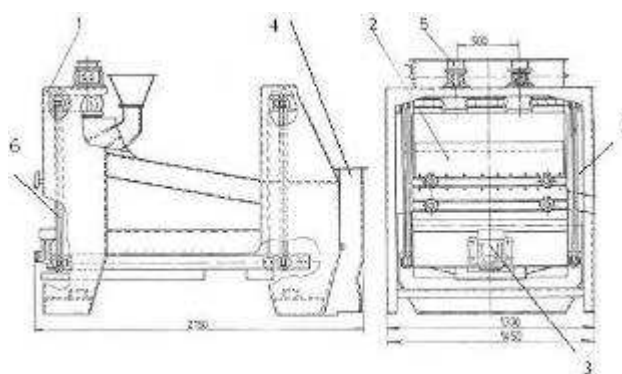


Fig. 2 - Separator vacuum oscillating (SAO 1000)

1. Frame; 2. Bedframe with sieve; 3. Eccentric mechanism; 4. Aspiration channel; 5. Supply viewfinders; 6. Elements (Bar) of support

Creșterea conținutului de impurități și a umidității duce la o scădere proporțională a capacității de lucru și a gradului de separare.

Amestecul de semințe și impurități intră în utilaj prin tuburile cu vizor, de unde prin cădere liberă ajung pe planele înclinate și se asigură o distribuție uniformă a produsului pe toată lățimea sitei superioare.

În această zonă prin intermediul prizei de aer existente, praful și o parte din impuritățile ușoare conținute în materialul de bază sunt aspirate de rețeaua principală de aspirație a instalației din care face parte utilajul.

Totodată, a fost verificată buna funcționare a aparaturii și a dispozitivelor de măsurare utilizate (cântar electronic și balanța hectolitrică, nivela electronică cu bulă, umidometru electronic, anemometru, traductor de deplasare inductiv, tahometru, analizor de fază și frecvență) și au fost măsurate condițiile de mediu (temperatura mediului ambiant și umiditatea relativă) în care acestea au fost utilizate.

RESULTS

When the product reaches the upper sieve it is subjected to the screening process. Rough impurities (refusal) are moved to the bottom screen from where refusals are discharged through chute. Sifting (good seeds, small impurities and impurities close to the size of seeds) reaches the bottom screen which is under process of separation.

Small impurities are screened on the lower screen passing through its openings, as refusal remaining the good seeds. Small impurities are discharged at the bottom and the good seeds are discharged at the lower end of the sieve and end up in the front of the suction channel. This layer of product is subjected to the action of a current of air that sucks in product mass the light impurities which reached this place.

Operating the machine is made with the electric motor acting through a transmission with trapezoidal belts, the eccentric mechanism. The desire diameter of the circle of oscillation of the bedframe with sieve is obtained by adding or removing the weights that are mounted on the wheel of the eccentric mechanism.

Experiments performed with this equipment using wheat seeds followed the verification of the main features required in the design phase and identification of the optimum operational parameters (Table 1).

REZULTATE

Produsul ajuns pe sita superioară este supus procesului de cernere. Impuritățile grosiere (refuzul) sunt deplasate până la capătul sitei de unde sunt evacuate prin jghebul de refuzuri. Cernutul (semințe bune, impurități mici și impuritățile cu dimensiuni apropiate de cele ale semințelor) ajunge pe sita inferioară unde este supus procesului de separare.

Impuritățile mici sunt cernute pe sita inferioară trecând prin orificiile acesteia, ca refuz rămânând semințele bune. Impuritățile mici sunt evacuate pe la partea inferioară iar semințele bune sunt evacuate pe la capătul sitei inferioare și ajung în fața canalului de aspirație. Aici stratul de produs este supus acțiunii unui curent de aer care aspiră din masa de produs impuritățile ușoare care au ajuns în acest loc.

Acționarea utilajului se face cu ajutorul motorului electric ce acționează prin intermediul unei transmisii cu curele trapezoidale, mecanismul cu excentric. Diametrul dorit al cercului de oscilație al batiului cu site se obține prin adăugarea sau scoaterea de contragreutăți care se montează pe roata mecanismului cu excentric.

Experimentările realizate cu acest echipament utilizând semințe de grâu au urmărit verificarea principalelor caracteristici impuse în faza de proiectare și identificarea parametrilor optimi în exploatare (tabelul 1).

Table 1

Parameters obtained in exploitation					
Item No.	Requirement		M.U.	Conducted through the experimentations	Obs.*
1.	The frequency of oscillation of the bedframe with sieve		osc./min	450	C
2.	The diameter of the circle of oscillation		mm	14	
3.	The angle of the upper sieve		α°	8	C
4.	The angle of the lower sieve		α°	10	C
5.	Sieve size		mm	750x1000	C
6.	Airflow necessary for aspiration		m³/min	90	
7.	Electric motor RPM		rot/min	1425	C
8.	Power consumption under load		kW	1,5	C
9.	Working Capacity	Pre- Cleaning	t/h	42,4	C
		Cleaning	t/h	13,2	C
10.	The degree of separation (wheat 3% impurities and max. 14% humidity)	Pre- Cleaning	%	min.30	
		Cleaning	%	min.75	
11.	Specific energy consumption	Pre- Cleaning	kWh/t	0,0353	C
		Cleaning	kWh/t	0.1136	C

● * - C corresponds

Table 1 presents the results of the experiments with oscillating vacuum separator 1000 SAO. During the experiments, it was emphasized that along with the growth of the content of impurities and humidity level the material submitted to the pre-work phase was found a decrease proportional to work capacity and the degree of separation.

The aerodynamic properties of the seeds may vary depending on the fluid condition in which they are, position, weight, the form and condition of the seed grain surface [7, 8].

The level, quality and cost of production in agriculture are determined equally by applied technology, the quality of the biological material used, the ensuring of the basic technical materials and information of operators serving such machinery.

CONCLUSIONS

Following the results obtained in tests with oscillating vacuum separator SAO 1000 have been found the following advantages:

- Modern design concept, complete casing which ensures high speed penetration of the product in the area of separation, on an optimized trajectory;

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele experimentărilor cu separatorul aspirator oscilant SAO 1000. Pe parcursul experimentărilor s-a evidențiat faptul că odată cu creșterea conținutului de impurități și a umidității materialului supus prelucrării s-a constatat o scădere proporțională a capacității de lucru și a gradului de separare.

Proprietățile aerodinamice ale semințelor pot depinde de starea fluidului în care se află, de poziția, greutatea, starea și formele suprafeței semințelor de cereale [7, 8].

Nivelul, calitatea și costul producțiilor în agricultură sunt determinate în egală măsură de tehnologia aplicată, de calitatea materialului biologic folosit, de asigurarea bazei tehnico materiale și de informare a celor ce deservesc aceste echipamente tehnice.

CONCLUZII

În urma rezultatelor obținute la încercări cu separatorul aspirator oscilant SAO 1000 s-au constatat următoarele avantaje:

- concepție constructivă modernă, complet carcasată care asigură o viteză sporită de pătrundere a produsului în zona de separare, pe o traiectorie

- Realization of high efficiency separation process;
- Better use of seed grain by the seed producers with low material costs;
- Reduction of specific energy consumption easy maintenance and operation;
- Reducing the specific material consumptions;
- Improving working conditions through light settings, faster service for daily and periodic maintenance;
- Protecting the environment, being prevented the dust emanations in the workplace and in the atmosphere, the machine is provided with coupling connections to the undusting facilities of user units.

All this leads to the fact that the oscillating vacuum separator can be successfully integrated into flows of pre-cleaning and cleaning facilities of seed silos, seed conditioning plants, FNC - s, breweries, factories, oil etc.

REFERENCES

- [1]. Brăcăescu C., Cojocar I., & others (2010) - *Creativity and innovation regarding the design of equipment of cereal primary processing for obtaining high quality agro-food products*, INMATEH - Agricultural Engineering, vol. 30, no. 1/2010, pg.5-13
- [2]. Căsândroiu T., David L. (1994) – *Equipment for primary processing and preservation of agricultural products, Guidelines for laboratory work*, University „POLITEHNICA” of Bucharest;
- [3]. Găgeanu P., Păun A., Bunduchi G. (2002) - *Documentary study on seed grain sorting using the method of separation by aerodynamic properties of seeds*, research contr. no.527/12.06.2002, INMA Bucharest;
- [4]. Mihai L. (2001) - *Techologies and equipment in milling industry*, Millenium Publishing House, Piatra-Neamt, Romania.
- [5]. Moşneguţu E., Nedeff V., ş.a. (2008) – *Influence of seed surface state upon the floating speed*- INMATEH - Agricultural Engineering, vol. 26, no. 3/2008, ISSN 1583 – 1019, pg.167-175
- [6]. Sultanbawa F.M., Owens W.G., Pandiela S.S. (2001 – *A new approach to the prediction of particle separation by sieving in flour milling*, Transactions of IchemE, 79 (part.C), pg.201-218
- [7]. Voicu Gh. (1996) - *Research on movement of materials on sieves under the influence of air flow on cleaning systems of grain harvesting combines*, PhD Thesis, Polytechnic University of Bucharest
- [8]. Wu S., Fanf R., Opoku A. (1999) – *Influence of physical properties and operating conditions on particle segregation on gravity table*. Applied Engineering in Agriculture, 15(5), pg.495-499.

- optimizată;
- realizarea procesului de separare cu eficienţă ridicată;
- valorificarea superioară a seminţelor de cereale de către producătorii de sămânţă cu cheltuieli materiale reduse;
- reducerea consumului specific de energie întreţinere şi exploatare uşoară;
- reducerea consumului specific de material ;
- îmbunătăţirea condiţiilor de muncă, prin reglaje uşoare, deservire rapidă în cazul întreţinerilor zilnice şi periodice;
- protejarea mediului înconjurător, fiind împiedicate emanaţiile de praf la locul de muncă şi în atmosferă, utilajul fiind prevăzut cu racorduri de cuplare la instalaţiile de desprăfuire ale unităţilor utilizatoare;

Toate acestea conduc la faptul că separatorul aspirator oscilant poate fi integrant cu succes în fluxurile tehnologice ale instalaţiilor de precurăţire şi curăţire a seminţelor din silozuri, staţii de condiţionat seminţe, FNC - uri, fabrici de bere, fabrici de ulei etc.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Brăcăescu C., Cojocar I. ş.a. (2010) - *Creativitate şi inovare privind concepţia echipamentelor de prelucrare primară a cerealelor în scopul obţinerii de produse agro-alimentare de calitate*, INMATEH - Inginerie Agricolă, vol.30, nr.1/2010, pag.5-13;
- [2]. Căsândroiu T., David L. (1994) – *Utilaje pentru prelucrarea primară şi păstrarea produselor agricole. Îndrumar pentru lucrări de laborator*, Universitatea Politehnica Bucureşti;
- [3].Găgeanu P., Păun A., Bunduchi G. (2002) - *Studiu documentar privind sortarea seminţelor de cereale folosind metoda de separare după proprietăţile aerodinamice ale seminţelor*, contr. de cercetare nr.527/12.06.2002, INMA Bucureşti;
- [4]. Mihai L. (2001) - *Tehnologii şi utilaje în industria morăritului*, Editura Millenium, Piatra-Neamţ, România.
- [5] Moşneguţu E., Nedeff V., ş.a. (2008) – *Influenţa stării suprafeţei seminţelor asupra vitezei de plutire*, INMATEH - Inginerie Agricolă, vol.26, nr. 3/2008, ISSN 1583 – 1019, pag.167-175;
- [6] Sultanbawa F.M., Owens W.G., Pandiela S.S. (2001) - *O nouă abordare a predicţiei de separare a particulelor prin cernere, în morărit*, Tranzacţii de IchemE, 79 (Part C), pag. 201-218;
- [7] Voicu Gh. (1996) – *Cercetări privind mişcarea materialelor pe site sub influenţa curentului de aer la sistemele de curăţire ale combinelor de recoltat cereale*, Teză de doctorat, Universitatea Politehnica Bucureşti;
- [8] Wu S., Fang R., Opoku A. (1999) – *Influenţa proprietăţilor fizice şi a condiţiilor de operare asupra separării particulelor pe masa gravitaţională*. Inginerie Aplicată In Agricultură, 15(5), pag.495-499.

EXPERIMENTAL STRUCTURE FOR INVESTIGATION OF INFLUENCING FACTORS IN PLANT BIOTECHNOLOGY

STRUCTURĂ EXPERIMENTALĂ PENTRU INVESTIGAREA INFLUENȚEI UNOR FACTORI ÎN BIOTEHNOLOGIA VEGETALĂ

¹Ph.D.Stud. Eng. Velcea N.M., ²PhD. Eng. Ganea I.

¹University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine-Bucharest/ Romania, ²INMA Bucharest / Romania
Tel: +40723205048; E-mail: marian.nicolae.velcea@gmail.com

Abstract: Changing environmental factors in a brisk current is specific historical period and causes pressure on living beings. Their response by health or stress levels induced by these environmental changes can be predicted by investigating the influence of single factors or groups. Using in vitro cultures as subjects for testing is a proven method due to good sensitivity, highly reactive and quick response. It presents an experimental structure able to highlight cultures in vitro behaviour at the electromagnetic field variations for variable frequency and intensity of the magnetic field varying according to periods of day-night in optional cycles, and the colours of the solar spectrum with different intensities.

Keywords: in vitro culture, electromagnetic field, day-night cycle, the experimental structure

INTRODUCTION

In vitro cultures theory was proposed by Schleiden and Schwan in 1838. It achieves the property of "totipotency" of vegetable cells, allowing regeneration of whole plants or parts thereof. The first in vitro cultures were obtained by Haberlandt (1902), followed by Nobécourt, Gautheret and White (1939).

The influence of day light periods, light spectral composition, respectively frequencies and intensity of magnetic field over the evolution of in vitro culture is possible using a metallic container equipped with a programmable lighting system and an electromagnetic generator with Helmholtz coils (Fig. 1). Practically, the experimental system could be defined as a mechatronic system and will concept and design. [4]. The experimental system will be used in growth chamber and the experiments developed there will be always references that will be developed into experimental system. The general conditions for experimental system structure and functions were imposed by the "plant biotechnology" techniques and methods requested:

- Day light periods: 16 hours light and 8 hours of darkness;
- Light source: equivalent day light;
- Ambient temperature: minim 20°C, maximum 24°C;
- Relative humidity of 65%;
- Test tubes dimension: 20mm diameter, 100mm high;

MATERIAL AND METHODE

Experiments highlight the effect of physical factors on in vitro cultures were performed on cultures prepared according to the protocol established [8, 9].

Thus, the plant material was collected from adult apple trees grown in intensive system, by taking annual branches in periods without condensation or frost. Branches were placed in room of micro propagation laboratory for forcing growth. [8, 9]. The chamber

Rezumat: Modificarea factorilor de mediu într-un ritm alert este specifica perioadei istorice actuale si determina o presiune asupra ființelor vii. Răspunsul acestora prin starea de sănătate sau nivelul de stres indus de aceste modificări ale mediului, pot fi anticipate prin investigarea influenței factorilor singurari sau grupați. Utilizarea culturilor in vitro ca subiecți pentru teste este o metoda consacrata datorita buneii sensibilității, înaltei reactivități si răspunsului rapid. Se prezinta o structura experimentală capabila sa evidențieze comportamentul culturilor in vitro la variații ale câmpului electromagnetic continuu sau alternativ având frecvențe si intensități variabile ale câmpului magnetic selectabile, la perioade zi-noapte in cicluri opționale, precum si la culori ale spectrului solar cu intensități diferite.

Cuvinte cheie: culturi in vitro, câmp electromagnetic, ciclu zi-noapte, structura experimentală

INTRODUCERE

Teoria științifică a culturilor in vitro a fost propusa de Schleiden si Schwan in 1838. Ea valorifica proprietatea de „totipotentă” a celulelor vegetale, care permite regenerarea întregii plante sau a unor parti ale acesteia. Primele culturi in vitro au fost obtinute de Haberlandt (1902), urmat de Nobecourt, Gautheret si White (1939).

Influența perioade de lumină pe zi, compoziția spectrală lumină, respectiv frecvența și o intensitate a câmpului magnetic asupra evoluției culturii in vitro este posibilă cu ajutorul unui recipient metalic echipat cu un sistem de iluminare programabil și un generator electromagnetic cu bobine Helmholtz. (Fig.1). Practic, sistemul experimental ar putea fi definit ca un sistem mecatronic și conceptul de voință și de design în consecință [4]. Sistemul experimental va fi utilizat în camera de creștere și experimente dezvoltate vor exista mereu trimiteri pentru care vor fi dezvoltate în sistemul experimental. Condițiile generale pentru structura și funcțiile sistemului experimental au fost impuse de "biotehnoologia vegetala" prin cerințele tehnice si metodele impuse:

- perioade de lumină: 16 ore de lumină si perioade de întuneric de 8 ore;
- sursa de lumina: lumina zilei echivalent;
- temperatura ambianta: minim 20 ° C, maxima de 24°C;
- umiditate relativă de 65%;
- eprubete cu dimensiuni: dia-20mm, 100mm înălțime;

MATERIAL ȘI METODĂ

Experimentele de evidențiere a efectului unor factori fizici asupra culturilor in vitro au fost desfășurate pe culturi pregătite conform protocolului consacrat [8, 9].

Astfel, materialul vegetal a fost recoltat de la arbori adulți de mar cultivați în sistem intensiv, prin prelevarea de ramuri anuale, in perioade lipsite de condens sau de îngheț. Ramurile au fost puse in camera laboratorului de micropropagare pentru forțarea creșterii [8, 9]. Camera

provides optimal hub-bud development of vegetation at a temperature between 20 and 22 degrees Celsius and a relative humidity of about 65%. Buds were excised after a period of 14 days, were fragmented and then immersed in fungicide 10% for 5 minutes. There was a disinfection solution of 5% sodium hypochlorite, followed by washing with sterile distilled water [9]. For culture initiation was used a medium of Quoirin & Lepoivre QL (-) with 25 g / l sucrose and 7 g / l agar at pH 5.2 [5, 6, 7, 10, 11, 12]. Following inoculation of explants, a first group was exposed to a growth chamber for 16 hours per day for periods of light and 8 hours dark at 20 ° C and a relative humidity of 65%. The light source of the chamber is a light equivalent to sunlight, performed using neon lamps and incandescent lamps. Phase multiplication was carried out on a multiplication medium Quoirin & Lepoivre QL (+) for species of fruit trees, and subcultured 3 times in the same environment. Influence of the duration of illumination and darkness, and the light colour are variable factors for frequencies and intensities of electromagnetic field identified as imposed values.

The requests regarding ambient temperature and humidity could be accomplish by assuring correct ventilation in order to keep these conditions in the same values as the reference experiments realized in laboratory (The growth chamber).

The light condition (day light period, colour, respectively spectral density) will be accomplished by controlling a dedicated designed light source (Fig. 1).

In order to assure the same conditions for all in vitro cultures located in test tubes, will be necessary to assure a controlled rotation movement for test tubes support (Fig. 1).

In order to investigate the electromagnetic field influence over the plant biotechnology processes was considered Helmholtz coils as solution to realize the minilab continuous or alternative magnetic field generator controlled by means of continuous or alternative current value (Fig. 1). The total magnetic field is the sum of the magnetic fields from each of the coils [16]. For geometry of two parallel coils interconnected in order to assure the same sense for current (Fig. 2), according to [16], the magnetic field is:

asigura condiții optime de dezvoltare a mugurilor de vegetație la o temperatura cuprinsa între 20 și 22 grade Celsius și o umiditate relativa de aproximativ 65%. Mugurii au fost excizați după o perioada de 14 zile, au fost fragmentați și apoi imersați în fungicid 10% timp de 5 minute. A urmat o dezinfectie cu soluție de hipoclorit de sodiu 5%, apoi o spălare cu apa distilata sterila [9]. Pentru inițierea culturilor a fost utilizat un mediu Quoirin & Lepoivre QL (-) cu 25 g / l de zaharoză și 7 g / l agar la pH 5,2 [5, 6, 7, 10, 11, 12]. După inocularea explantelor, un prim lot a fost expus într-o cameră de creștere cu perioade zilnice de 16 ore de lumină și 8 ore de întuneric la 20 ° C și o umiditate relativă de 65%. Sursa de lumină a camerei este o lumină echivalenta luminii solare, realizata cu ajutorul lămpilor de neon și lămpilor incandescente. Faza de multiplicare a fost realizată pe un mediu de multiplicare Quoirin & Lepoivre QL (+) pentru speciile de arbori fructiferi, și au fost subcultivate de 3 ori în același mediu. Influenta duratei iluminării și duratei întunericului, precum și culoarea luminii sunt factori variabili pentru frecvențe și intensități ale câmpului electromagnetic identificate ca valori impuse.

Cererea privind temperatura ambiantă și umiditatea se poate realiza prin ventilație corectă, pentru a menține aceste condiții în aceleași valori ca experimentele de referință realizate în laborator (cameră de creștere).

Condiția de lumină (perioada de zi lumina, culoare, intensitate respectiv spectrală) se va realiza prin controlul unei surse de lumină dedicate (Fig. 1).

În ideea de a asigura aceleași condiții pentru toate culturile in vitro situate în eprubete, va fi necesar să se asigure o mișcare de rotație controlată pentru stativul lor (Fig.1).

Pentru a analiza influența câmpului electromagnetic asupra proceselor biotehnologice vegetale s-a fost considerat ca bobine Helmholtz ca o soluție pentru a realiza structura experimental a generatorul de câmp magnetic continuu sau alternativ controlat printr-o valoare de curent continuu sau alternativ (Fig. 1). Câmpul magnetic total este suma dintre câmpurile magnetice de la fiecare dintre bobine [16]. Valoarea câmpului magnetic pentru geometria a două bobine paralele interconectate, cărora li se asigura același sens pentru curent (Fig. 2), în conformitate cu [16], este:

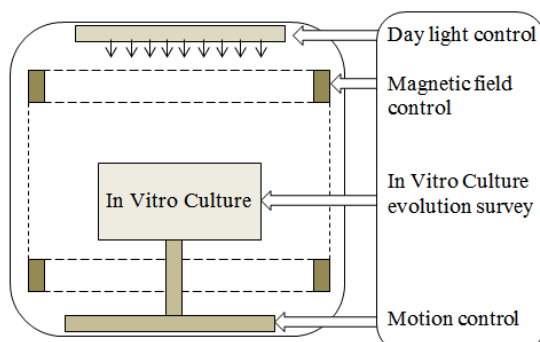


Fig. 1 - The basic concept of experimental structure for investigation of influencing factors in plant biotechnology

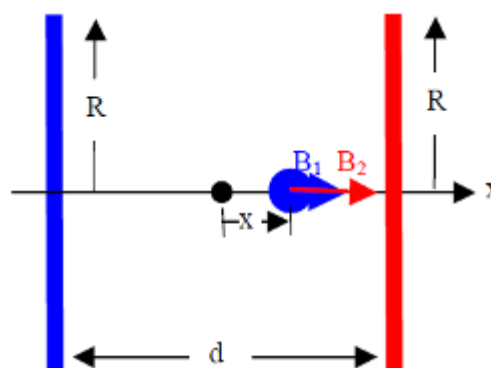


Fig. 2 - The structure and magnetic field distribution for two parallel coils having the same sense for current [16]

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 N I R^2}{([d/2 - x]^2 + R^2)^{3/2}} x + \frac{\mu_0 N I R^2}{([d/2 + x]^2 + R^2)^{3/2}} x \quad (1)$$

Where: B = Magnetic field intensity;
 R = Coils average radius;
 d = Distance between coils center;
 N = Coils turns number;
 I = Current;
 μ_0 = Magnetic permeability of free space;
 x = Point on central axis between the coils.

The Helmholtz coils are characterized by the equality of the distance between them and coils radius R, d = R. In the center of space between Helmholtz coils x = 0, and for this point the magnetic field intensity [16] becomes:

$$B = \frac{8\mu_0 NI}{\sqrt{125}R} \quad (2)$$

Based on the experimental structure developed a structure with capability to use any ferrous case with 40mm minimum dimension bigger than Helmholtz coils diameter, was used (Fig. 3).

Unde: B = intensitatea câmpului magnetic;
 R = raza medie a bobinei;
 d = distanța dintre centrele bobinelor;
 N = numărul de spire al bobinei;
 I = curent;
 μ_0 = permeabilitate magnetică în vid;
 x = Punct pe axa centrală între bobinele.

Bobinele Helmholtz se caracterizează prin egalitatea distanței d dintre ele cu raza bobinei R, d = R. În centrul spațiului dintre bobinele Helmholtz x = 0, iar pentru acest punct intensitatea câmpului magnetic [16] devine:

Pe baza conceptului structurii experimentale dezvoltate a fost propusă o structură cu capacitatea de a utiliza orice carcasa metalica feroasa cu dimensiunea minimă cu 40mm mai mare ca diametrul bobinei Helmholtz (Fig. 3).

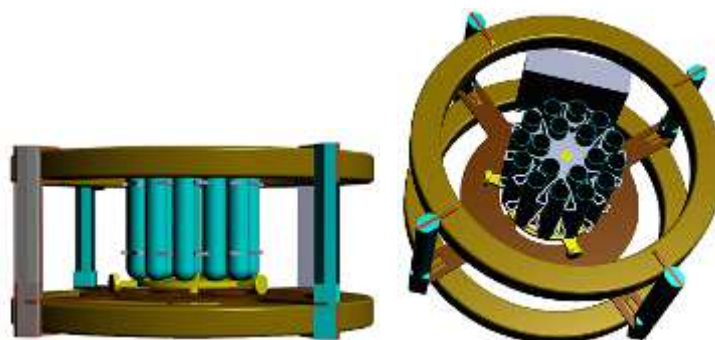


Fig. 3 - The proposed experimental structure for investigation of influencing factors in plant biotechnology

RESULTS

The model's geometry and simulation were performed in Ansys Maxwell software environment. The inductors diameter is 200mm and the distance between them is equal with coils radius, R = 100 mm. The resulting geometry is presented in Fig. 4. The adaptive mesh which resulted from the simulation presented in Fig. 5 and Fig. 6 shows the distribution of the induction (B) field and vector orientation.

To properly model the inductance of the inductor, an appropriate current return path is included in the simulation. Proper calculation of inductor Q is critically dependent on the accurate calculation of dielectric and conduction loss. The Maxwell software allows the explicit calculation of the current distribution inside a conductor enabling an accurate calculation of volumetric conductor losses.

The simulation has been focused on the B field evaluation for the Helmholtz coils at the 10 Hz frequency [1, 2, 3, 14, 15]. Thus the geometry design of the proposed minilab structure has been simplified into two identical coils electrically connected. The diameter of the coil is 200mm and the distance from one another is set to 100 mm as presented in Fig. 3. The material properties of the coils have been chosen similar to copper. The ensemble was insulated by a region of iron at a distance of 400mm in every each way. For the excitation was considered the product of coils number and current: NI = 1 x 1A.

The results show that the field strength to be around B = 3 μ T, under the values imposed, B = 3mT.

REZULTATE

Geometria modelului si simularea au fost realizate în mediul software ANSYS Maxwell. Diametrul inductorilor este de 200 mm, iar distanta dintre aceștia este egala cu raza bobinei, R = 100 mm. Geometria rezultată este prezentată în Fig. 4. Rețeaua de elemente finite rezultata din simulare este prezentată în Fig. 5 și Fig. 6 si reprezintă distribuția intensității inducției câmpului magnetic (B) si orientarea vectorului.

Pentru a modela corect inductanța de inductor, o cale de întoarcere a curentului corespunzătoare este inclusă în simulare. Calcul corect al inductorului Q este dependent în mod critic de calcularea exactă a pierderilor dielectrice și conductive. Software-ul Maxwell permite calcularea explicită a distribuției de curent într-un conductor care să permită un calcul precis al pierderilor conductive volumetrice.

Simularea a fost axata pe evaluarea câmpului B pentru bobinele Helmholtz la frecvența de 10 Hz [1, 2, 3, 14, 15]. Astfel, proiectarea geometriei structurii experimentale propuse a fost simplificată în două bobine identice conectate electric. Diametrul bobinei este 200mm si distanta una de alta este setata la 100 mm, așa cum se prezinta în Fig.3. Proprietățile materiale ale bobinelor au fost alese ca fiind cele pentru cupru. Ansamblul a fost izolat cu o protecție de fier la o distanță de 400mm în orice direcție. Pentru excitația a fost considerat produsul numărului de spire al si curent: NI = 1 x 1A.

Rezultatele arată ca intensitatea câmpului este în jur de B = 3 μ T, sub valorile impuse, B = 3mT.

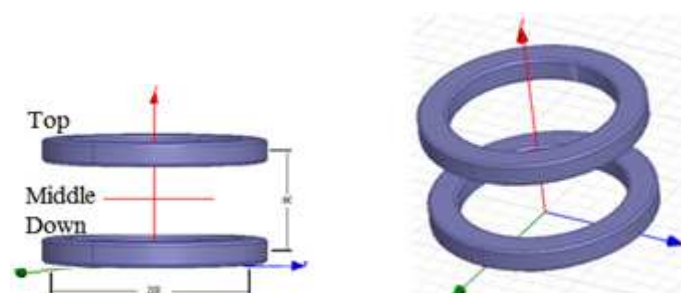


Fig. 4 - Helmholtz coils geometry used in simulation of induction field strength and induction vector

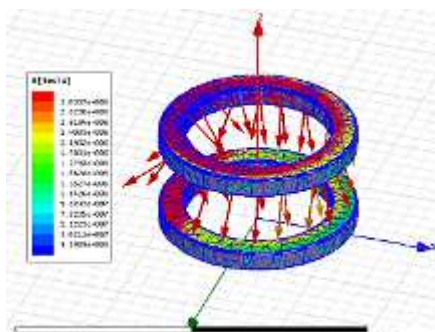


Fig. 5 - Resulting mesh of the Helmholtz coils

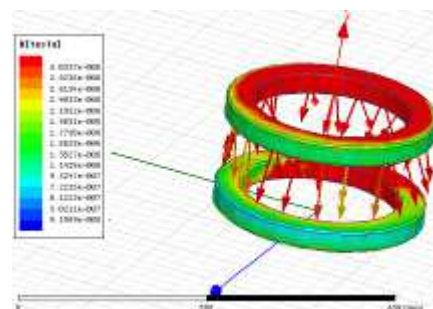


Fig. 6 - Resulting induction field strength and vector orientation

Results of Magnetic Field Experiments

Based on the simulation result, the experimental solution for the magnetic field generator was realized by keeping the Helmholtz coils geometry but for a turns number (limited by the coils support construction) $N = 700$ (Fig. 7a). Regarding magnetic field investigations, the measurements were done in two stages, first were investigated the magnetic field intensity function of radius on three levels (Fig. 4) for continuous current $I = 1A$ (Table 1). In the second stage, the magnetic field intensity, was measured as function of radius on three levels for an alternative current $I = 195mA$, 10Hz frequency (Table 2).

Rezultatele experimentelor câmp magnetic

Pe baza rezultatului simulării, soluția experimentală pentru generatorul de câmp magnetic a fost realizată prin menținerea geometriei bobinelor Helmholtz dar pentru un număr de spire (limitat constructiv de carcasa bobinei) $N = 700$ (Fig. 7a). În ceea ce privește investigațiile de câmp magnetic, măsurătorile au fost efectuate în două etape, mai întâi s-au investigat funcția intensitate a câmpului magnetic cu raza pe trei niveluri (Fig. 4) pentru curent continuu $I = 1A$ (Tabelul 1). În a doua etapă, intensitatea câmpului magnetic a fost măsurată ca funcție de raza, pe trei nivele, pentru curent alternativ $I = 195mA$, frecvența 10Hz (Tabelul 2).

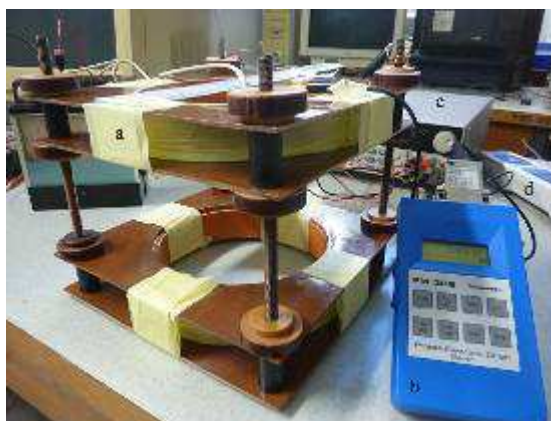


Fig. 7 - The minilab experimental magnetic field generator

The magnetic field intensity function of radius for 1A, DC current

Crt. Nr.	B [mT]	R [cm]							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1	Top	3.4	3.5	3.5	3.7	3.8	4.0	4.2	4.4
2	Midle	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.6	3.4
3	Down	4.7	4.7	4.8	4.9	4.9	5.0	4.8	4.4

Table 1

Table 2

The magnetic field intensity function of radius for 195mA, 10Hz, AC current

Crt. Nr.	B [mT]	R [cm]							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1	Top	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5
2	Midle	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2
3	Down	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7

CONCLUSIONS

Areas of plant biotechnology applications are industrial plant breeding, genetics, plant breeding, genetic engineering, genetic resource conservation. Plant biotechnology allows better utilization of genetic resources by increasing the productivity of agricultural ecosystems and capitalization nowadays unfavourable crop areas (desert, salted, acid areas, etc.).

The work presented in the paper represents the preliminary studies and experimental investigations regarding an experimental structure developed for investigations of effects of electromagnetic field having different characteristics on in vitro vegetal cultures.

Based on the Helmholtz coils simulation for a geometry with $R=100\text{mm}$ and product $NI = 1\text{A}$ having as result the induction value $B = 3\mu\text{T}$, was designed the experimental structure for magnetic field generator.

The experimental structure for magnetic field generator was realized with Helmholtz coils with a geometry with $R=100\text{mm}$ and turns numbers $N = 700$, and was investigated in continuous and variable current.

The average value for magnetic field intensity function of radius for 1A , DC current was $B = 4.1\text{mT}$ and the average values for magnetic field intensity function of radius for 0.195mA , 10Hz frequency was $B = 0.54\text{mT}$.

The results of experimental structure for magnetic field generator realized with Helmholtz coils with a geometry with $R=100\text{mm}$ and turns numbers $N = 700$ measurements have demonstrated its functionality, assuring the values requested for magnetic field intensity.

ACKNOWLEDGMENT

This paper was published under the frame of European Social Found, Human Resources Development Operational Program 2007-2013, project no. POSDRU/159/1.5/S/132765. Also, partially, this work has been performed in the frame of the "Partnerships in priority areas" (PN II) Romanian Research program, developed and supported by MEN-UEFISCDI, SIOPTEF project, PN-II-PT-PCCA-2011-3.2-899, no. 121/2012 and BLCPL PN-II-PT-PCCA-2013-4-1546, no. 58/2014 projects.

REFERENCES

- [1]. Becker R. and Selden G. (1998) - *The Electric-Electromagnetic Body and the foundation of life*, Publisher: Harper Paperbacks, ISBN 0-688-06971-1;
- [2]. Lin J.C. (2012) - *Electromagnetic Fields in Biological Systems*, CRC Press Taylor & Francis Group BocaRaton London New York, ISBN-13:978-1-4398-6062-59eBook-pdf);
- [3]. Masamich, K. (2006) - *Electromagnetics in Biology*, Springer Tokyo Berlin Heidelberg New York, ISBN-10 4-431-27913-X;
- [4]. Plotog I., Marin A., Boanta L. (2013) - *Model of assembling process for electronic parts integrated in mechatronic products*, The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics, No. 44, pg. 12-19, ISSN 1584 – 5982;
- [5]. Plotog I., Svasta P., Mihailescu B., Varzaru G., Busu I. (2009) - *Electronic module for controlling the energy in a Vapour Phase Soldering machine*, 15th International

CONCLUZII

Domenii de aplicatii in biotehnologia vegetala sunt: multiplicare industriala a plantelor, inginerie genetica, conservarea resurselor genetice. Biotehnologia vegetala permite o mai buna utilizare a resurselor genetice prin cresterea productivitatii ecosistemelor agricole si prin valorificarea zonelor de cultura nefavorabile in prezent (desert, saraturoase, acide, etc.).

Lucrarea prezentata reprezinta studiile preliminare si investigatii experimentale privind o structura experimentală dezvoltata pentru investigarea unor efecte ale câmpului electromagnetic cu caracteristici diferite asupra unor culturi vegetale in vitro.

Pe baza simulării bobinelor Helmholtz cu o geometrie cu $R = 100\text{ mm}$ si produsul $NI = 1\text{A}$ având ca rezultat o valoare vectorului câmp de inducție $B = 3\mu\text{T}$, a fost proiectata structura experimentală pentru generatorul de câmp magnetic.

Structura experimentală pentru generatorul de câmp magnetic realizată cu bobine Helmholtz cu o geometrie cu $R = 100\text{ mm}$ si număr de spire $N = 700$, a fost investigată în curent continuu si curent variabil.

Valoarea medie a intensității câmpului magnetic pentru 1A curent continuu în funcție de raza a fost $B = 4,1\text{ mT}$ iar valoarea medie a intensității câmpului magnetic funcție de raza pentru $0,195\text{mA}$ la frecvența 10Hz fost $B = 0.54\text{mT}$.

Rezultatele măsurătorilor structurii experimentale pentru generator de câmp magnetic realizat cu bobine Helmholtz cu o geometrie cu $R = 100\text{ mm}$ si număr de spire $N = 700$ demonstrează funcționalitatea acestuia, asigurând valorile solicitate pentru intensitatea câmpului magnetic.

MULȚUMIRI

Acest document a fost publicat în cadrul Fondul Social European, Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, proiect nr. POSDRU / 159 / 1.5 / S / 132765. De asemenea, parțial, acest lucru a fost realizat în cadrul proiectului "Parteneriate în domenii prioritare" (PN II), program de cercetare românesc, dezvoltat si susținut de către MEN-UEFISCDI, proiect SIOPTEF, PN-II-PT-PCCA-2011 - 3.2 -899, nr. 121/2012 si BLCPL PN-II-PT-PCCA-2013-4-1546, nr. 58/2014.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Becker R. și Selden G. (1998) - *Organismul Electric-Electromagnetic și temelia vieții*, Editura Harper Paperbacks 1998, ISBN 0-688-06971-1;
- [2]. Lin J.C. (2012) - *Câmpurile electromagnetice în sisteme biologice*, Grupul de presă Press Taylor & Francis Group BocaRaton Londra New York, ISBN-13: 978-1-4398-6062-59eBook-pdf);
- [3]. Masamich, K. (2006) - *Electromagnetica în biologie*, Springer Tokyo Berlin Heidelberg New York, ISBN-10 4-431-27913-X;
- [4]. Plotog I., Marin A., Boanta L. (2013) - *Model de proces de asamblare de piese electronice integrate în produse mecatronice*, Revista Română de Mecanica Fina, Optică și Mecatronică, nr. 44, pg. 12-19, ISSN 1584-5982;
- [5]. Plotog I., Svasta P., Mihailescu B., Varzaru G., Busu I. (2009) - *Modul electronic pentru controlul energiei într-o mașină de vapori de faza de lipit*, Al 15-lea Simpozion

Symposium for Design and Technology of Electronics Packages, SIITME 2009, Gyula, Hungary, Conference proceedings, pg. 383-386, ISBN 978-1-4244-5132-6;

[6]. Plotog I., Vladescu M. (2014) - *Working temperatures influence over the solder joints properties*, The 37th International Spring Seminar on Electronics Technology, ISSE 2014, Dresden, Germany, Conference proceedings, Pg. 231 – 236, DOI: 10.1109/ISSE.2014.6887599;

[7]. Plotog I. (2011) - *Handbook of High-Temperature Lead-Free Solders*, Volume 3, Group Project Reports, pg. 215-243, ISBN 978-80-905363-3-3;

[8]. Stanica Fl., Dumitrascu M., Davidescu V., Madjar R., Peticila A. (2003) – *Multiplication of woody horticultural plants*, Publishing INVEL Multimedia, Bucharest, ISBN 973-86341-4-8, pg. 223-281;

[9]. Stanica Fl. (2004) – *Micro-multiplication of horticultural plants*, Publishing INVEL Multimedia, Bucharest, ISBN 973-7753-07-0, pp. 81;

[10]. Svasta P. and Plotog I. (2010) - *Vapour Phase Soldering Applications for PCB Assembling*, Production of printed circuit boards and systems, pg 1861-1870, ISSN 1436-7505, B 49475;

[11]. Vladescu M., Codreanu N., Plotog I., Svasta P. (2010) - *Simulating an optoelectronic sensor with intensity modulation using the PSpice-MATLAB/Simulink interface*; SPIE. 7821, Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies V, 782126, doi: 10.1117/12.882398;

[12]. *** www.RIFE.org

[13]. ***www.RIFEVIDEOS.com.

[14]. *** - EP13712208 (publication WO 2013139915).

[15]. *** - EP11805584 (publication EP2632547).

[16]. *** - http://course1.winona.edu/fotto/physics222/labs/Lab_10_HH_Coils.

International de Design și Tehnologia Pachetelor electronice, SIITME 2009, Gyula, Ungaria, Lucrările Conferinței, pag. 383-386, ISBN 978-1-4244-5132-6;

[6]. Plotog I., Vladescu M. (2014) - *Temperaturile de lucru și influență asupra proprietăților îmbinărilor sudate*, Al 37-lea Seminar Internațional de primăvară despre Tehnologii Electronice, ISSE 2014, Dresda, Germania, Lucrările conferinței 2014, pag. 231-236, DOI: 10.1109 / ISSE.2014.6887599;

[7]. Plotog I. (2011) - *Manualul de lipit fire de plumb de înaltă temperatură*, Volumul 3, Rapoarte de Grup Proiect, pag. 215-243, ISBN 978-80-905363-3-3;

[8]. Stanica Fl., Dumitrascu M., Davidescu V., Madjar R., Peticila A. (2003) - *Înmulțirea Plantelor horticole lemnoase*, Editura INVEL Multimedia, București, ISBN 973-86341-4-8, pp. 223-281;

[9]. Stanica Fl. (2004) - *Microînmulțirea plantelor horticole*, Editura INVEL Multimedia, București, ISBN 973-7753-07-0, pp. 81;

[10]. Svasta P. and Plotog I. (2010) - *Aplicarea lipirii în faza de vapori la asamblări PCB, PLUS* - Producția de plăci și sisteme de circuite imprimate, pp 1861-1870, ISSN 1436-7505, B 4947;

[11]. Vladescu M., Codreanu N., Plotog I., Svasta P. (2010) - *Simularea unui senzor optoelectronic cu modulație de intensitate, folosind interfața PSpice-MATLAB / Simulink*, SPIE. 7821, Subiecte avansate în Optoelectronica, Microelectronica, și Nanotehnologii V, 782126, doi: 10.1117 / 12.882398;

[12]. *** www.RIFE.org

[13]. *** www.RIFEVIDEOS.com.

[14]. EP13712208 (publicare WO 2013139915);

[15]. EP11805584 (publicare EP2632547);

[16]. *** - http://course1.winona.edu/fotto/physics222/labs/Lab_10_HH_Coils.

THE CONCEPT OF "ENVIRONMENT" INTO THE EVALUATION OF AN ECOLOGICAL MATERIAL

CONCEPTUL DE "MEDIU" IN EVALUAREA UNUI MATERIAL ECOLOGIC

As. Ph.D. Eng. Avramescu A.M.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹⁾, Lect. Ph.D. Eng. Haraga G.¹⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță E.¹⁾, As. Ph.D. Stud. Eng. Jugănar E.-C.²⁾, As. Ph.D. Stud. Eng. Toderasc P.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Petcu A.S.³⁾

¹⁾University "Politehnica" of Bucharest, Department of Engineering Graphics and Industrial Design, Bucharest, Romania

²⁾University "Politehnica" of Bucharest, Department of Machine Manufacturing Technology, Bucharest, Romania

³⁾National Research – Development Institute for Machines and Installations Designed to Agriculture and Food Industry, Romania
Tel: 0724.594.846; E-mail: avr_ana@yahoo.com

Abstract: Today, it is a well known and accepted fact that the environment plays a major part in man's actual and future well being. In a world driven by "eco", where the ecological consciousness is more and more present, the focus of our interest falls onto the concept of "Environment". The technical innovation has imposed on the market the development of new materials in order to replace the classic ones. In this paper, our purpose is to create a methodical approach of mechanical analysis for the bio-sourced materials based on the evaluation of their surface features. Our work is inscribing in the field of taking into account the environmental dimension and has as objective to identify and to elaborate mechanical evaluation methods for the bio-sourced materials. More precisely, our work is intended to be a mechanical evaluation for the designing of bio-sourced materials by highlighting the great importance of the roughness in our society in our time.

Key words: Environment, ecological, natural materials, design, innovation, roughness, human factor, eco-friendly.

INTRODUCTION

Today, it's a well known and accepted fact that the environment plays a major part for the man's actual and future well being. In a world driven by "eco", where the ecological consciousness is more and more present, the focus of our interest falls onto the concept of "Environment". The technical innovation has imposed on the market the development of new materials in order to replace the classic ones.

Still, the designers, forced by more and more powerful competition constraints, must define their priorities regarding the function, appearance and esthetical criteria of the products. In fact, one of the issues that companies are to deal with nowadays is the ability to design products which be environmentally friendly using new ecological materials with a quality at least equal to the one of classic synthetic materials [4, 5, 6]. Taking into account the human factor, especially by knowing the consumers' preferences, has become a basic necessity. Hence, for the designing process, human factor integration into the evaluation of a product is a priority about to be considered. Facing a terrible competition and a complete offer in terms of products, the companies are forced to work more and more over the ecological criteria of the product. In other words, they must work to differentiate their product into consumer's eyes.

The consumer's choice is already at great stake for the companies. Therefore, the companies are trying to integrate in their designing process notions like pleasure or esteem, for those notions to be perceived as attached to the product. The technical evaluation is associated with the designing process [7] and also enables to elaborate the notion of esteem or esthetics of a product in the same way that the mechanical side guarantees that the product

Rezumat: În prezent, este bine cunoscut și acceptat faptul că mediul joacă un rol major în bunăstarea prezentă și viitoare a omului. Într-o lume guvernată de „eco”, în care conștiința ecologică își pune amprenta tot mai des, interesele noastre trebuie să fie concentrate pe conceptul de „Mediu”. Inovația tehnică a impus pe piață dezvoltarea de noi materiale care să le înlocuiască pe cele clasice. În această lucrare, scopul nostru este de a crea un demers metodic al analizei mecanice pentru materialele de proveniență biologică, bazat pe evaluarea caracteristicilor suprafețelor acestora. Munca noastră se înscrie în tendința de a lua în considerare dimensiune mediului și are drept obiectiv identificarea și elaborarea metodelor de evaluare mecanică pentru materialele din surse bio. Mai precis, munca noastră are ca scop abordarea unei evaluări mecanice ale materialelor din surse bio prin accentuarea importanței stării de suprafață a acestora în societatea actuală.

Cuvinte cheie: Mediu, ecologic, material natural, design, inovare, rugozitate, factor uman, prietenos mediului.

INTRODUCERE

În zilele noastre, este bine știut faptul că mediul înconjurător joacă un rol major în bunăstarea prezentă și viitoare a omului. Într-o lume condusă de „eco”, în care conștiința ecologică este tot mai mult prezentă, interesele noastre trebuie să fie focalizate pe conceptul de „Mediu”. În prezent, evoluția tehnică a impus pe piață dezvoltarea de noi materiale care să le înlocuiască pe cele clasice.

Totuși, designerii, forțați de constrângerile unei competiții din ce în ce mai puternice trebuie să-și definească prioritățile privind funcția, aspectul și criteriile estetice ale produselor. De fapt, una dintre problemele cu care trebuie să se confrunte companiile în ziua de azi este abilitatea de a concepe produse care să nu dăuneze mediului, prin folosirea de materiale ecologice noi de cel puțin aceeași calitate cu materialele sintetice clasice [4, 5, 6]. Luând în considerație factorul uman, cunoașterea preferințelor consumatorilor este o necesitate de bază. De aceea, în cazul procesului de design, integrarea factorului uman în evaluarea unui produs este o prioritate care trebuie să fie luată în considerație. Fiind confruntate cu o foarte mare competitivitate și o ofertă saturată în materie de produse, companiile sunt forțate să muncească tot mai mult în jurul criteriilor ecologice ale produsului. Cu alte cuvinte, ele trebuie să se concentreze pe diferențierea produsului lor în ochii consumatorului.

Alegerea consumatorului este deja în joc pentru companii. De aceea, companiile încearcă să integreze în procesul lor de design noțiuni ca plăcere sau stimă, pentru acele noțiuni care trebuie percepute ca fiind atașate de produs. Evaluarea tehnică este asociată cu procesul de design [7] și permite să se elaboreze noțiunea de stimă sau estetică a produsului, în același mod în care partea mecanică garantează că produsul va lucra corespunzător.

will work properly.

The innovation concept serves to design, develop and manufacture new products. And these new products will have to be able to combine functionality, sensible fabrication methods, use of natural materials and an interface attractive and useful at the same time.

The purpose of this paper is to suggest the architecture of a mechanical evaluation method suitable for bio-sourced materials. In this paper, our purpose is to create a methodical approach of mechanical analysis for the bio-sourced materials based on the evaluation of their surface features. Our work is inscribing in the field of taking into account the environmental dimension and has as objective to identify and to elaborate mechanical evaluation methods for the bio-sourced materials. More precisely, our work is intended to be a mechanical evaluation approach for the designing of bio-sourced materials by highlighting the great importance of the roughness in our society in our time.

Basically, a review of the literature allowed us to realize that the subjective feeling of the consumer is determined by the acceptance or rejection of a product. I pointed out that taking into account the consumer perception is one of the fundamental objectives of quality control that emphasizes on the human factor paradigm in which we follow the research.

MATERIAL AND METHOD

Consumer's reactions on the market about the quality of a product are determined primarily by its sensory characteristics. Consumer requirements related to the product quality can be determined by market research. Knowing these requirements can make product improvements or new products can be designed to increase consumer satisfaction.

Quality control is an essential function in which each company has to ensure customer satisfaction. To achieve this, various controls are in place to ensure product quality in various stages of manufacture. In most cases, these controls are made from dimensional measurements carried out on the product (size, surface condition, weight, etc.) and, more rarely, by sensory measurements (visual, olfactory etc.).

Subjective quality so far relegated to second place behind the criterion "Deploying" now occupies a central role for the customer. The customer no longer pursues product functionality. The client wants the subjective quality of the product [8, 10]. For this quality, it is necessary to carry out specific checks.

In the field of marketing, many studies have been conducted on the quality perception. Thus, it can be defined as the perceived quality manifests itself as an idea in relation to the sensations and views collected [8]. In [8], perceived quality is defined as the emotional state of an affective and cognitive evaluation process that takes place during a specific operation. Classically, quality tends to match customer expectations [8]. The company must be able to anticipate this need and even supplementing it [5, 7].

In addition, eco-design efforts aimed at a radical improvement of the environment and focuses on the service that must provide the consumer product in terms of improving the quality, equity and environmental harmony within the company. It involves stakes and permanent challenges forcing companies to modernize. Today, the modernization of companies which must be more competitive is on track to replace synthetic materials with new materials from bio sources. Therefore, our research should allow a better integration of surface

Conceptul de inovație servește la conceperea, dezvoltarea și fabricarea de noi produse. Și aceste noi produse vor fi capabile să combine funcționalitatea, metodele de fabricație sensibilă, folosirea de material naturale și o interfață atractivă și utilă în același timp.

Scopul acestei lucrări este de a sugera arhitectura unei metode mecanice de evaluare corespunzătoare pentru materialele din surse biologice. În această lucrare, scopul nostru este de a crea un demers metodic al analizei mecanice pentru materialele ecologice de proveniență biologică, bazat pe evaluarea stării suprafețelor acestora. Munca noastră se înscrie în tendința de a lua în considerare conceptul de mediu și are drept obiectiv identificarea și elaborarea metodelor de evaluare mecanică pentru materialele din surse bio. Mai precis, munca noastră are ca scop abordarea unei evaluări mecanice ale materialelor din surse biologice prin accentuarea importanței stării de suprafață a acestora în societatea actuală, evidențiind importanța deosebită a rugozității în societatea noastră în timpul nostru.

Practic, trecerea în revistă a literaturii de specialitate ne-a permis să ne dăm seama că senzația subiectivă a consumatorului este determinantă în legătură cu acceptarea sau respingerea unui produs. Am subliniat că a ține cont de percepția consumatorului este unul dintre obiectivele fundamentale ale controlului calității care pune accentul pe factorul uman, paradigmă în care ne înscriem cercetarea.

MATERIAL ȘI METODĂ

Reacțiile consumatorilor pe piață cu privire la calitatea unui produs sunt determinate în primul rând de caracteristicile senzoriale ale acestuia. Cerințele consumatorilor legate de calitatea produsului pot fi stabilite prin studii de piață. Cunoscând aceste cerințe se pot aduce îmbunătățiri produsului sau se pot proiecta produse noi care să sporească gradul de satisfacție a consumatorului.

Controlul calității este o funcție esențială în care fiecare societate trebuie să asigure satisfacția clientului. Pentru a realiza acest lucru, diferite controale sunt în vigoare pentru a asigura calitatea produsului în diferite etape de fabricație. În cele mai multe cazuri, aceste controale sunt realizate începând cu măsurători dimensionale efectuate pe produs (dimensiuni, stare suprafață, greutate etc.) Și, mai rar, prin măsurătorile senzoriale (vizual, olfactiv etc.).

Calitate subiectivă, până în prezent retrogradată pe locul al doilea în spatele criteriului „Utilizarea de produse”, ocupă în prezent un rol central pentru client. Clientul nu mai urmărește funcționalitatea produsului. Clientul își dorește o calitate subiectivă a produsului [8, 10]. Pentru această calitate, este necesar să se efectueze controale specifice.

În domeniul de marketing, multe studii au fost efectuate pe tema Percepția calității. Astfel, ea poate fi definită astfel: calitatea percepută se manifestă ca o idee în raport cu senzațiile și opiniile percepute [8]. În [8], calitatea percepută este definită ca fiind ca o stare emoțională a unui proces de evaluare afectiv și cognitiv care are loc în cursul unei operațiuni specifice. Clasic, calitatea tinde să corespundă așteptărilor clientului [8]. Compania trebuie să fie capabilă să anticipeze această nevoie și chiar să o completeze [5, 7].

În plus, demersurile de eco-design vizează o îmbunătățire radicală a mediului și se concentrează pe serviciul pe care produsul trebuie să i-l ofere consumatorului în condițiile ameliorării calității, echității și armoniei de mediu din cadrul companiei. Este vorba de mize și provocări permanente care determină companiile să se modernizeze. Astăzi, modernizarea companiilor care trebuie să fie tot mai competitive se îndreaptă în direcția înlocuirii materialelor sintetice cu noi materiale din surse bio. Prin urmare, cercetările noastre ar trebui să permită o

characteristics in an approach to eco-design of products. In order to succeed it is necessary for the characterization of the sensation to the consumer in order to form, by means of a set of measurement the profile of a bio-renewable material.

In the present research, we decided to treat these problems for the particular case of bio-based materials from sources of flax fibers and materials based on glass fiber (considered as synthetic as opposed to the plant), Figure 1. Because of the privacy reasons, further details cannot be provided.

mai bună integrare a caracteristicilor de suprafață într-un demers de eco-design al produselor. Pentru a reuși este nevoie de o caracterizare a senzației consumatorului în scopul de a alcătui, cu ajutorul unui ansamblu de măsurători, profilul unui material din surse bio.

În cercetarea de față, ne-am propus să tratăm aceste probleme pentru cazul particular al materialelor din surse bio pe bază de fibre de in și al materialelor pe bază de fibre de sticlă (considerate ca sintetice, spre deosebire de cele vegetale), figura 1. Din motive de confidențialitate, detaliile suplimentare nu se pot oferi.



Fig. 1 – Materials research

As shown in the literature [1, 2, 3, 9], in eco-design, materials must face various constraints, such as environmental constraints related to the impact of these materials on the environment, traditional constraints and technical ones, but also constraints related to status, use, economic or manufacturing.

With the objective of making a surface instrumental characterization of products from coming renewable organic materials and knowing the fact that, for products, these materials are becoming increasingly popular, we will focus on products based on renewable bio materials that comprising flax fiber. For this, we propose that, in addition to our approach, we focus on the study of surface conditions in the instrumental measurement (roughness) of a product-based on materials from bio sources and one on synthetic materials.

RESULTS

These experiments allowed us to give solid responses to our problems. On one hand, instrumental analysis showed that roughness seems to be a relevant and effective approach for the study of similarities and differences between different types of materials.

On the other hand, our research work demonstrates that bio sources materials seem to be able to replace synthetic materials in finished surfaces. Basically, our experiments have shown that roughness profile is similar to finished surfaces. The organic renewable materials seem to have a bright future in the field of product innovation, the perceived quality being equivalent to that of synthetic materials studied so adjusted to consumer habits. In fact, the choice of materials involves many constraints, all related to different professions. These constraints are defended by those who work in creating products that have sometimes divergent objectives and interests.

For our experiments, we chose 3D Profileograph entering into contact with an inductive sensor, which allowed us to measure the roughness, denoted Ra, which is the arithmetic average of roughness profile. To obtain more reliable information, have been performed three measurements for each item selected in our research. Measurements are displayed directly from Altisurf 500 treated by ALTIMAP program. Figures 2 and 3 show the results of instrumental measurements obtained for organic source materials and synthetic materials.

Așa cum se arată în literatura [1, 2, 3, 9], în eco-design, materialele trebuie să facă față diferitelor constrângeri precum: constrângeri de mediu, legate de impactul acestor materiale asupra mediului, constrângeri tradiționale, precum cele tehnice, dar și constrângeri de statut, de uz, economice sau chiar de fabricație.

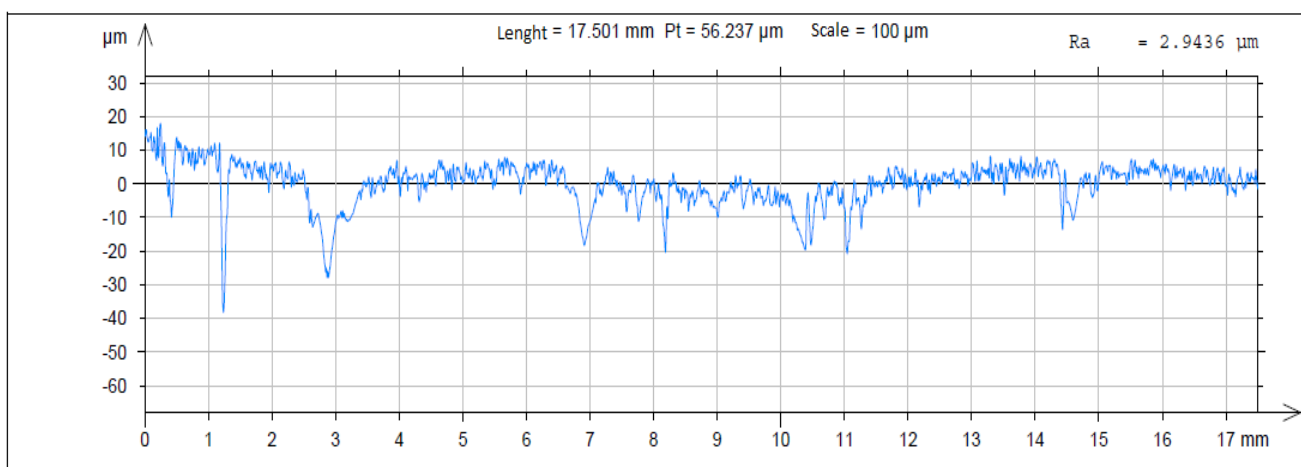
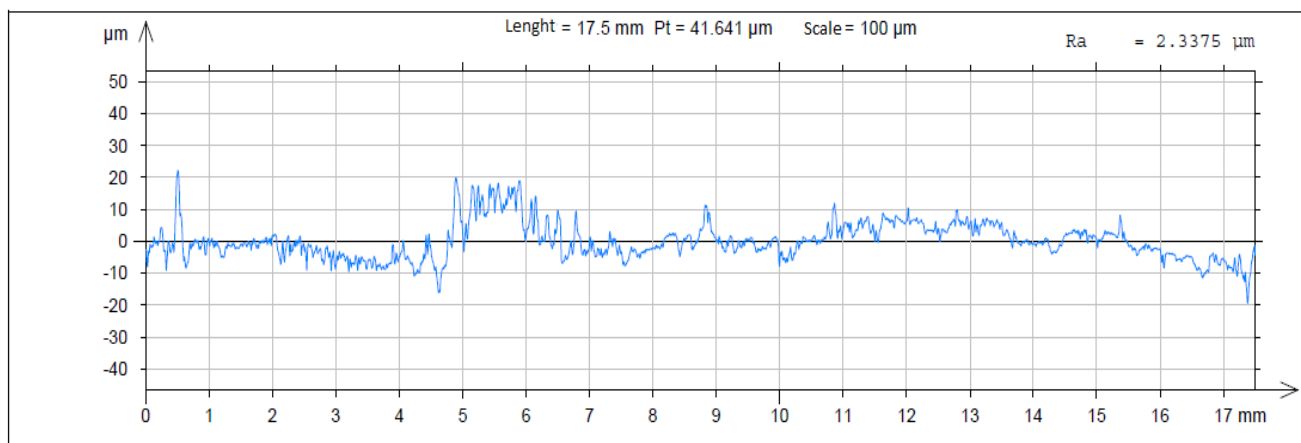
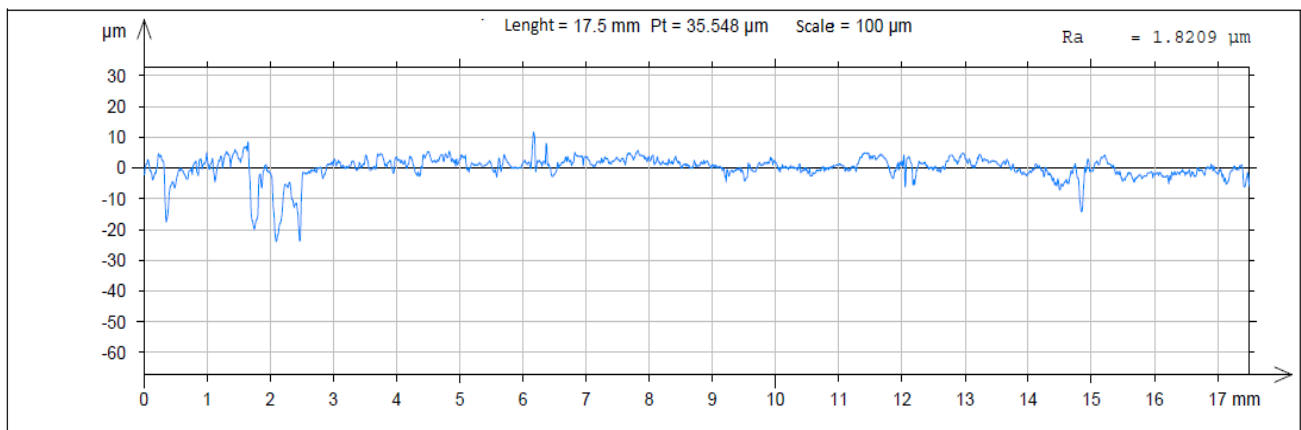
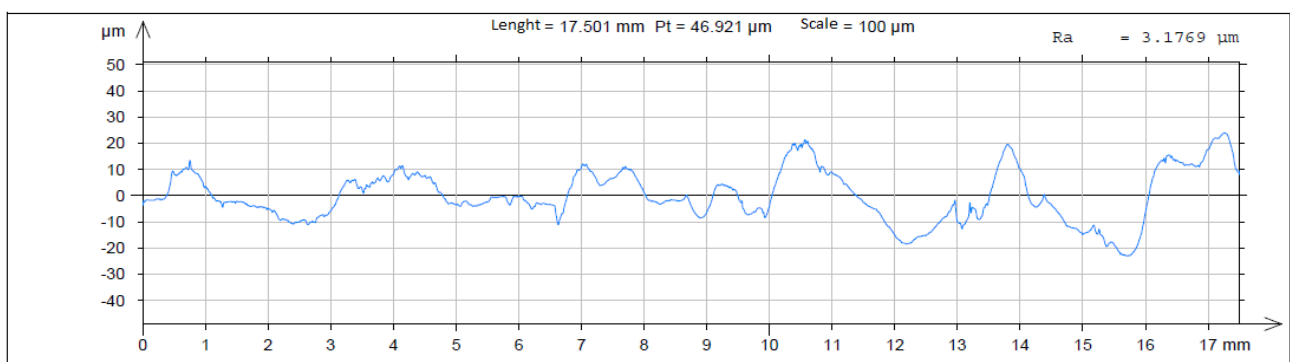
Având ca obiectiv efectuarea unei caracterizări de suprafață instrumentală a produselor din materiale provenite din surse bio și cunoscând faptul că, pentru produse, aceste materiale sunt din ce în ce mai des căutate, ne vom concentra deci pe produsele pe bază de materiale provenite din surse bio care au componentă fibra de in. Pentru aceasta propunem ca, în completarea demersului, să ne focalizăm pe studiul stării suprafeței în măsurătoarea instrumentală (rugozitatea) atât a unui produs pe bază de materiale din surse bio, cât și a unui produs pe bază de materiale sintetice.

REZULTATE

Aceste experimente ne-au permis să dăm solide elemente de răspuns la problematica noastră. Pe de-o parte, a reieșit că analiza instrumentală a rugozității pare să fie un demers pertinent și eficient pentru studiul asemănărilor și deosebirilor dintre diferitele tipuri de materiale.

Pe de altă parte, lucrările noastre de cercetare demonstrează că materialele din surse bio par să poată înlocui materialele sintetice în cazul suprafețelor finisate. Practic, experimentele noastre demonstrează că profilul rugozității este asemănător pentru suprafețele finisate. Astfel, materialele din surse bio par să aibă un viitor frumos în domeniul inovației de produs, calitatea percepută fiind echivalentă cu cea a materialelor sintetice studiate, deci adaptate obiceiurilor consumatorului. De fapt, alegerea materialului implică numeroase constrângeri, toate legate de profesii diferite. Aceste constrângeri sunt apărate de cei care activează în crearea de produse și care au obiective și interese uneori divergente.

Pentru experimentele noastre, am ales profilometrul 3D intrând în contact cu un senzor inductiv, care ne-a permis măsurarea rugozității, notată Ra, care este media aritmetică a profilului de rugozitate. Pentru a obține rezultate cât mai probante, măsurătorile efectuate au fost în număr de trei pentru fiecare material ales în cercetarea noastră. Măsurătorile sunt afișate direct de la Altisurf 500 și tratate cu programul ALTIMAP. Figurile 2 și 3 prezintă rezultatele obținute în urma măsurătorilor instrumentale obținute pentru materialele din sursă bio și pentru materialele sintetice.

**Fig. 2 – Roughness results – bio-sourced materials**

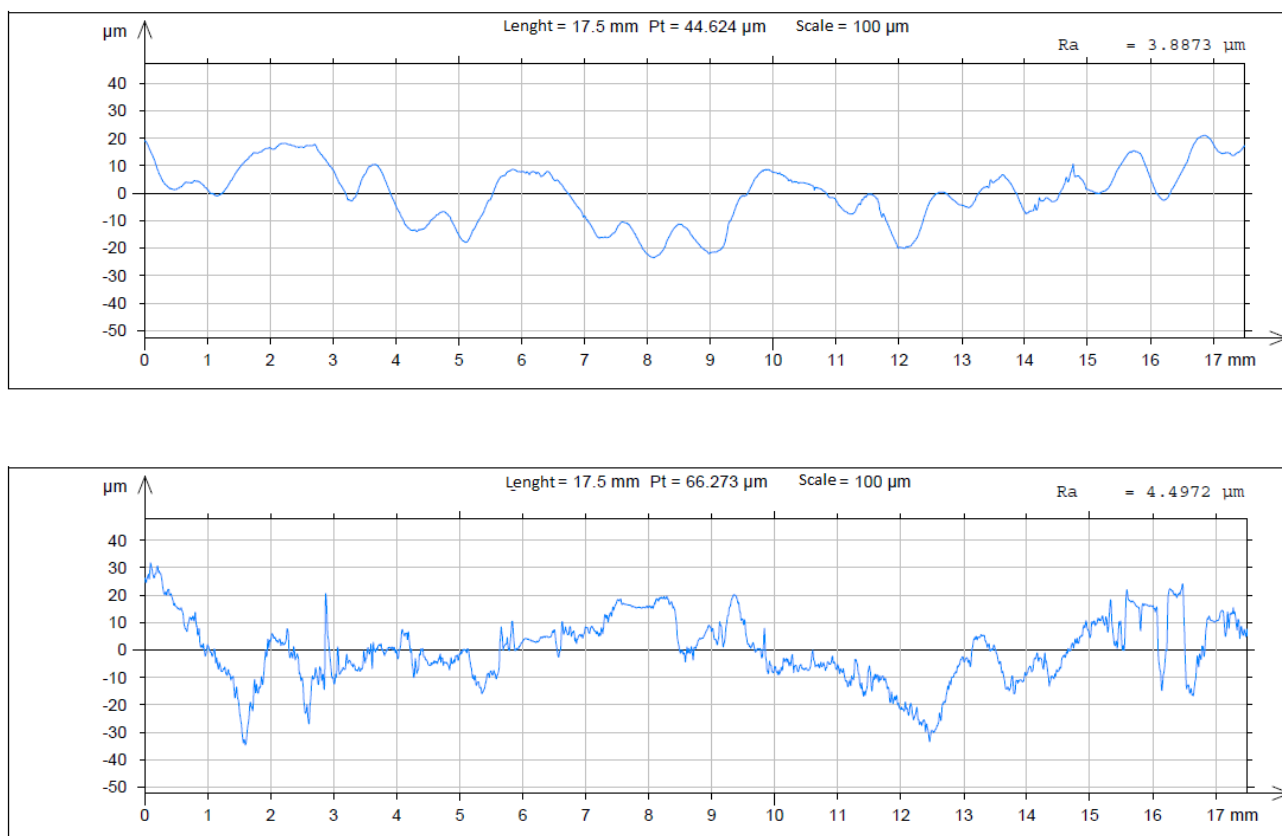


Fig. 3 – Roughness results – synthetic materials

This issue has raised the need to characterize instrumentally the products made from bio renewable materials, and then comparing them with products made from conventional materials. The results presented in graphs obtained show clearly the difference between materials obtained from bio source and materials obtained from synthetic source. The problem studied is limited to the conclusion that the material can easily replace synthetic materials in terms of roughness. The results demonstrate that organic source materials have lower roughness compared to the synthetic source.

CONCLUSIONS

In this article, we proposed to make an instrumental characterization of materials from bio sources to identify the degree of roughness, instrumental measurements being obtained using a profilometer.

Our final contribution, based on experience resulted following the set of experiments presented introduces a first original aspect of our research, plus the development of an instrumental characterization. Finally, the products from present research, materials from bio source (based on fiber) to conventional materials (glass fiber based), have the potential to be an interesting space product, contributing to the replacement of synthetic materials with natural ones in a cross design approach. The first original aspect of our research is the proposal of applying this approach to sensory evaluation of bio renewable material.

Despite the limitations of our study, we were able to accurately characterize material from bio sources compared to synthetic material, highlighting similarities and differences. To highlight the similarities and differences between bio renewable materials and synthetic materials, we propose evaluating them in terms of roughness.

Această problemă a ridicat nevoia operațională de a caracteriza instrumental produsele fabricate din materiale provenite din surse bio, iar apoi compararea acestora cu produse fabricate din materiale clasice. Rezultatele prezentate în graficele obținute arată clar departajarea materialelor din sursă bio în raport cu materialele din sursă sintetică. Problematika studiată se rezumă la concluzia că materialele pot înlocui foarte ușor materialele sintetice din punct de vedere al rugozității. Rezultatele demonstrează că materialele din sursă bio au o rugozitate mai scăzută față de cele din sursă sintetică.

CONCLUZII

În acest articol, s-a propus efectuarea unei caracterizări instrumentale a materialelor provenite din surse bio pentru a identifica gradul de rugozitate, măsurătorile instrumentale fiind obținute cu ajutorul unui profilometru.

Contribuția noastră finală, bazată pe experiența rezultată în urma ansamblului de experimente prezentat, introduce astfel un prim aspect original al cercetării noastre, plus dezvoltarea unei caracterizări instrumentale. În cele din urmă, produsele din cercetarea de față, materialele din surse bio (pe bază de fibre de in) și materialele clasice (pe bază de fibre de sticlă), au potențialul de a fi un spațiu-produs interesant, contribuind la încurajarea înlocuirii materialelor sintetice cu cele naturale într-un demers de eco proiectare. Primul aspect original al cercetării noastre este propunerea aplicării acestei abordări evaluării senzoriale a unui material din surse bio. În pofida limitelor studiului nostru, am reușit să caracterizăm precis materialul din surse bio în comparație cu un material sintetic, subliniind asemănările și deosebirile. Pentru a pune în evidență asemănările și deosebirile dintre materialele din surse bio și materialele sintetice, propunem evaluarea acestora din punct de vedere al rugozității.

The issue of further research would be to study how to help designers to provide as much room as possible to environmental and sensory constraints in creating their products.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author wishes to thank the Operational Sectoral Program for Human Resources Development 2007-2013 of the Romanian Department of Labour, Family and Social Assistance through Financial Agreement POSDRU/107/1.5/S/76813.

REFERENCES

- [1]. Alves C., Ferrão P.M.C., Freitas M., Silva A.J., Luz S. M. & Alves D.E. (2009) - *Sustainable design procedure: the role of composite materials to combine mechanical and environmental features for agricultural machines*, Materials & Design, 30(10), 2009, pg. 4060-4068;
- [2]. Ashby M.F. (2001) - *Drivers for material development in the 21st century*, Progress in materials science, 46(3), 2001, pg. 191-199;
- [3]. Ashby M.F. (2005) - *Materials selection in mechanical design*, MRS BULLETIN, 30, 2005, pp. 995;
- [4]. Avramescu A-M, Bazzaro F., Morad M., J-C. Sagot, Simion I. (2014) - *Elaboration d'une démarche pour l'analyse sensorielle tactile des matériaux bio-sourcés*; U.P.B. Sci. Bull., Series B, Vol. 76, Iss. 1, 2014 ISSN 1454 – 2331, pg. 235-246;
- [5]. Avramescu A-M. (2013) - *Approche de l'impact des matériaux bio-sources sur la qualité perçue des produits : cas de la fibre de lin*, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Thèse de doctorat, Sciences pour l'Ingénieur, Montbéliard, 2013, pg. 192;
- [6]. Avramescu A-M., Simion I., Enache I-C. (2012) - *Quality in Industrial Design*, Annals of DAAAM for 2012 & Proceedings of the 23rd International DAAAM Symposium, Volume 23, No.1, ISSN 2304-1382, ISBN 978-3-901509-91-9, Published by DAAAM International, Vienna, Austria, EU, pg. 103-106;
- [7]. Avramescu A-M., Morad M., Bazzaro F., Sagot J-C. (CONFERE 2014), *Evaluation sensorielle tactile d'un matériau bio-sourcé : application aux éco-composites à base de fibres de lin*, Actes de la conférence Confère (colloque sur les sciences de l'innovation et de la conception), Sibenik, Croatie, 8 pg.;
- [8]. Depledt F. (2009), *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*, 3ème édition, Lavoisier, Paris, pp. 524;
- [9]. Karana E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2008), *Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers*, Materials & Design, 29(6), pg. 1081-1089;
- [10]. Romon N., Holzinger G., Issa S., Pense-Lhéritier A.M., (CONFERE 2010), *Démarche d'innovation en formulation*, Montbéliard.

Problematica unei cercetări ulterioare ar putea fi să se studieze cum pot fi ajutați designerii să ofere cât mai mult loc posibil constrângerilor de mediu și senzoriale în crearea produselor lor.

MULȚUMIRI

Primul autor dorește să mulțumească Programului Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013 al Departamentului Românesc al Muncii, Familiei și Protecției Sociale prin acordul financiar POSDRU/107/1.5/S/76813.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alves C., Ferrão P.M.C., Freitas M., Silva A.J., Luz S. M. & Alves D.E. (2009) - *Proiectarea durabilă: rolul materialelor compozite pentru a combina caracteristicile mecanice și de mediu pentru mașini agricole*, Materials & Design, 30(10), pag. 4060-4068;
- [2]. Ashby M.F. (2001) - *Drivere pentru dezvoltarea materialelor din secolul 21*, Progress in materials science, 46(3), pag. 191-199;
- [3]. Ashby M.F. (2005) - *Selecția materialelor în designul mecanic*, MRS BULLETIN, 30, pag. 995;
- [4]. Avramescu A-M, Bazzaro F., Morad M., J-C. Sagot, Simion I. (2014) - *Elaborarea unui demers de analiză senzorială tactilă a materialelor din sursă bio*, U.P.B. Sci. Bull., Series B, Vol. 76, Iss. 1, 2014 ISSN 1454 – 2331, 235-246;
- [5]. Avramescu A-M. (2013) - *Impactul materialelor din surse bio asupra calității percepute a produselor: studiu de caz – fibra de in*, Universitatea Tehnologică din Belfort-Montbéliard, Teză de doctorat, Ingineria Industrială, Montbéliard, pag. 192;
- [6]. Avramescu A-M., Simion I., Enache I-C. (2012), *Calitatea în designul industrial*, Annals of DAAAM for 2012 & Proceedings of the 23rd International DAAAM Symposium, Volumul 23, No.1, ISSN 2304-1382, ISBN 978-3-901509-91-9, Publicat de DAAAM International, Viena, Austria, EU, pag.. 103-106;
- [7]. Avramescu A-M., Morad M., Bazzaro F., Sagot J-C. (CONFERE 2014), *Evaluarea senzorială tactilă a unui material din sursă bio: studiu de caz materiale eco-compozite din fibră de in*, Actes de la conférence Confère (colloque sur les sciences de l'innovation et de la conception), Sibenik, Croatie, 8 pag;
- [8]. Depledt F. (2009), *Evaluarea senzorială – Manual metodologic*, Ediția a 3 a, Editura Lavoisier, Paris, , pp. 524;
- [9]. Karana E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2008), *Considerații materiale în design de produs: studiul aspectelor importante ale materialelor folosite de designerii de produs*, Materials & Design, 29(6), pag. 1081-1089;
- [10]. Romon N., Holzinger G., Issa S., Pense-Lhéritier A.M. (CONFERE 2010), *Abordare inovatoare în formulare*, Montbéliard.

CONSIDERATIONS FOR THE MECHANIZED PLANTING OF ENERGETIC WILLOW

CONSIDERAȚII PRIVIND PLANTAREA MECANIZATĂ A SALCIEI ENERGETICE

As. Ph.D. Stud. Eng. Toderasc P.¹⁾, Ph.D. Stud. Eng. Petcu A.S.²⁾, Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Ioniță S.¹⁾,
As. Ph.D. Eng. Avramescu A-M.¹⁾, Ph.D. Eng. Marin E.²⁾, Ph.D. Stud. Eng. Ciobanu V.²⁾

¹⁾Politehnica University of Bucharest / Romania ²⁾ INMA Bucharest / Romania ²⁾,
Tel: 0748537194; E-mail: petruta.toderasc@yahoo.com

Abstract: Energetic willow is an alternative source of energy. Researchers have sought to create varieties with a high-energy value, fast growing, to be resistant to different environmental conditions and to be a source of cheap biomass. To establish an energetic willow crop it is necessary a special planting equipment. To this end, research has been conducted nationally and internationally. The paper presents the main achievements of the largest manufacturers of equipment for energy willow planted as cuttings(stalks).

Keywords: planting, energetic willow, cuttings, coppice.

INTRODUCTION

Energetic willow is an important source of biomass and has many advantages that have led to its designation as an energy plant.

The main advantages of energy willow are:

- Energetic crops willow can "revive" damaged lands (infertile or with very low productivity) with permissive technological features (clayey soils, on slopes, in wetlands, etc.);
- Has a high calorific value of about 4.900 kcal / kg, higher than oak, as can be seen in data in Table 1.

Rezumat: Salcia energetică reprezintă o sursă alternativă de energie. Cercetătorii au urmărit crearea unor soiuri cu o valoare energetică ridicată, cu dezvoltare rapidă, care să fie rezistentă la diferite condiții de mediu și care să reprezinte o sursă de biomasă ieftină. Pentru înființarea culturilor de salcie energetică sunt necesare echipamente tehnice speciale de plantare. În acest scop, au fost efectuate cercetări la nivel național și internațional. În lucrare se prezintă principalele realizări ale celor mai mari producători de echipamente de plantat salcie energetică sub formă de butași sau sădele.

Cuvinte cheie: plantare, salcie energetică, butași, sădele

INTRODUCERE

Salcia energetică reprezintă o sursă importantă de biomasă și are numeroase avantaje care au condus la denumirea ei ca plantă energetică.

Principalele avantajele ale salciei energetice sunt:

- culturile de salcie energetică pot "readuce la viață" terenurile aflate în paragină (nefertile sau foarte slab productive) având caracteristici tehnologice permissive (pe soluri argiloase, pe terenuri în pantă, în zone mlăștinoase etc.);
- are o putere calorică ridicată, de circa 4900 kcal/ kg, mai ridicată decât a stejarului, așa cum se pot urmări datele din tabelul 1.

Table 1

Calorific value of wood of different species [6]

Specie	Calorific power [kcal/kg]
Oak	3460
Spruce fir	3700
Beech	3600
Hornbeam	3190
Acacia	3600
Poplar	3220

- Cultures have a long life (25 to 30 years);
- Low cost of cultivation and maintenance of the crop;
- Trend of the ascending fossil fuel prices resuting in increased biomass demand;
- Has a high strength and fast-growing (summer, *Salix viminalis* increased to 3 cm / day);
- Production can reach up to 60 t / ha under favorable conditions (intensive irrigation), the average being 30 to 40 t/ha;
- Emissions from burning are almost zero;
- Can be cultivated (even recommended) on permanent or periodic wetlands;
- Has a capacity of 15-20 liters/day/sqm of water evapotranspiration;
- Has an annual reception capacity of 20-30 t / ha of sludge from wastewater treatment;
- May be a safe alternative energetic source (heating) for settlements, being used as biomass (mince), briquettes or pellets. [7]

Salix Viminalis Energo - is highly resistant to different weather conditions, therefore in Romania are favorable conditions for growing energy willow (in river beds, floodplains unused) - fig. 1.

- culturile au o durată îndelungată de viață (25- 30 de ani);
- costuri reduse de cultivare și întreținere a culturii;
- având în vedere tendința de urcare a prețurilor combustibililor fosili, cererea de biomasă va fi în creștere;
- prezintă o rezistență ridicată și ritm rapid de creștere (vara, *Salix viminalis* crește și 3 cm/zi);
- producția poate ajunge până la 60 t/ha în condiții favorabile (irigare intensivă), producția medie fiind de 30- 40 t/ha;
- emisiile rezultate din arderea lor sunt aproape zero;
- se poate cultiva (chiar este recomandat) pe terenuri mlăștinoase permanent sau periodic;
- are o capacitate de evapotranspirație de 15-20 l apă/zi/mp;
- are capacitate de preluare anual a 20-30 t/ha de nămol provenit din epurarea apelor reziduale;
- poate fi o variantă sigură de surse energetice (încălzire) pentru localități, fiind utilizată ca biomasă (tocătura), brichete sau peleți. [7]

Salcia *Salix Viminalis Energo* – este foarte rezistentă la diferite condiții climatice, în concluzie pe teritoriul României există condiții propice pentru cultivarea salciei energetice (în albiile râurilor, zone inundabile neutilizate) - fig. 1.



Fig. 1 - Total Energetic willow plantations by KWG (350 plantations, 439 acres, from 2007 to 2012) [3]

Energetic willow is multiplied by vegetative way. The planting material is the cuttings or cuttings Sade from which is cut to the required size, which must come from approved nurseries holding a license for manufacturing and marketing. Cuttings are pieces of shoot, root or leaf, detached. For one hectare are necessary about 14,000 cuttings, with a minimum thickness of 9 mm [3].

Salcia energetică se înmulțește pe cale vegetativă. Materialul săditor este reprezentat de butași sau sădele din care se taie butași la dimensiunea necesară, care trebuie să provină din pepinierele autorizate ale firmelor care dețin o licență pentru producere și comercializare. Butașii sunt porțiuni de lăstar, de rădăcină sau de frunză, detașată. Pentru un hectar sunt necesari 14.000 de butași, cu o grosime minimă de 9 mm [3].



Fig. 2 - Energetic Willow: a) sade; b) cuttings [10], [11]

MATERIAL AND METHOD

Planting energy willow is made in the form of double rows disposed at 0.75 m from each other, the distance between the two double rows is 1.5 m and the depth of planting hole is 25 mm. [4]

The equipment for planting cuttings (fig. 3) generally consists of a metal frame that fits one or more sections, each consisting of a plow, compaction wheels, knife, seat and boxes with cuttings. The linkage is connected to the three points of the tractor hydraulics.

MATERIAL ȘI METODĂ

Plantarea salciei energetice se realizează sub forma unor rânduri duble dispuse la 0,75 m unul de altul, distanța dintre două rânduri duble este de 1,5 m iar adâncimea gropii de plantare este de 25 mm [4].

Echipamentul de plantat butași (fig. 3) se compune în general dintr-un cadru metalic pe care se fixează una sau mai multe secții, fiecare secție fiind formată din brăzdar, roți de tasare, cuțitul, scaunul operatorului și lădițele cu butași. Cadrul se cuplează la mecanismul de suspendare hidraulic în trei puncte al tractorului.

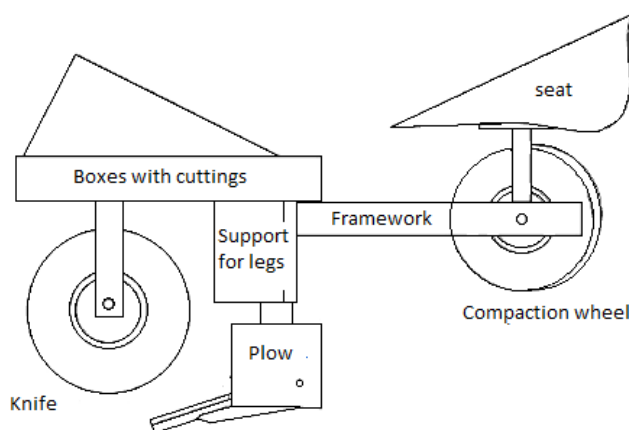


Fig. 3 - Diagram of the planting equipment [6]

While moving, the plow opens the gutter and the operator inserts the cuttings from the boxes. Soil compaction bodies cover the cuttings with soil.

Planting equipment fall into two categories:

- For cuttings, these include: manual, semiautomatic or automatic;
- For coppices.

În timpul deplasării, brăzdarul deschide rigola în care operatorul introduce butașul din lădițe. Organele de acoperire și tasare acoperă butașii cu sol.

Echipamentele de plantat se împart în două categorii:

- pentru butași, aceste pot fi: manuale, semiautomate sau automate;
- pentru sădele.



Fig. 4 -Types of plows of energetic willow planting equipment: a) plow anchor
b) cultural plow, c) disc plow type [12], [13], [14]

Equipment for planting cuttings must perform the following:

- Ensure open drain, of the pit or pockets by the plow;
- To distribute the material evenly planted at adjusted depth and distance;
- To provide soil covering of plants and soil compaction near the cuttings;
- Does not cause injuries to the planting material.

The active body of the energy willow planting equipment is the plow and its proper choice is very important. Plows, depending on their shape, have a body used for loosening the soil which is a feather type. But the plows action on soil formation during gutters forming, depending on type and their construction, is different.

Anchor plows differ from others by simplicity of construction and low weight. They penetrate better into the ground and have a tensile strength two times lower than that of the disc type. The strength of a plow is approximately equal to the weight, but the change in resistance of the ground changes their working depth, which is a disadvantage..

Cultural plows operate normally on well prepared lands, currently being used in most universal planters. Due to the obtuse angle of attack in the ground from cultural plows, the soil tends to be removed from the surface of the field. If a soil with increased channel density does not close due to soil dispersion and for closing additional elements are required [1].

Disc plows perform satisfactorily in soils with high humidity, insufficient shredded and with plant debris, where the other plows do not provide good results. However with the disc plows planting is less satisfactory than the open channel slip method. One of the basic shortcomings of the disc plow is significant mass, building complexity and high cost of manufacturing [1].

Discussions about the advantages and disadvantages of the planting plows in the process of planting, focus on the anchor type. The construction of the anchor type plow is much simpler than the other, and their cost is lower.

RESULTS

National and international research has led to two types of technical equipment, one which cuts and plants willow cuttings in a single operation and the second equipment just performs the planting operation of the

Echipamentele destinate plantării butașilor trebuie să execute următoarele operații:

- să asigure deschiderea rigolei, a gropii sau a cuiburilor de către brăzdar;
- să distribuie uniform materialul de plantat la adâncimea și distanța reglată;
- să asigure acoperirea cu sol a plantelor și tasarea solului lângă butași;
- să nu producă vătămarea materialului de plantat.

Organul activ al echipamentului de plantat salcie energetică este brăzdarul iar alegerea corespunzătoare a acestuia este foarte importantă. Brăzdarele, după forma lor, prezintă un organ de afânare de tip pană. Însă acțiunea brăzdarelor asupra solului în procesul de formare a rigolelor, în dependență de tipul și construcția lor, este diferită.

Brăzdarele ancoră se diferențiază de celelalte prin simplitatea construcției și masa mică. Acestea pătrund bine în sol și au o rezistență la tracțiune de două ori mai mică față de cele cu discuri. Rezistența unui brăzdar este aproximativ egală cu greutatea lui, însă la variația rezistenței solului își modifică adâncimea de lucru, ceea ce constituie un dezavantaj al acestora.

Brăzdarele culturale funcționează normal pe terenuri bine pregătite, fiind în prezent folosite la majoritatea mașinilor de plantat universale. Datorită unghiului obtuz de pătrundere în sol a brăzdarelor culturale solul tinde să fie scos la suprafața câmpului. În cazul unui sol cu densitatea sporită rigola nu se închide datorită risipirii solului iar pentru închiderea ei sunt necesare elemente suplimentare [1].

Brăzdarele cu discuri funcționează satisfăcător în soluri cu umiditate ridicată, insuficient mărunțite și cu resturi vegetale, condiții în care celelalte brăzdare nu dau rezultate bune. Cu toate acestea brăzdarele cu discuri efectuează plantarea mai nesatisfăcător decât cele ce deschid rigola prin metoda de patinare. Unul din neajunsurile de bază ale brăzdarelor cu discuri este masa lor semnificativă, complexitatea construcției și costul ridicat de fabricare [1].

Discuțiile despre avantajele și dezavantajele brăzdarelor în procesul de plantare, se axează în favoarea celor ancoră. Construcția brăzdarelor ancoră este mult mai simplă, față de celelalte, iar costul lor este mai mic.

REZULTATE

Cercetările la nivel național și internațional au condus la realizarea a două tipuri de echipamente tehnice, unul care secționează și plantează butași de salcie într-o singură operație și al doilea care realizează doar operația de plantare a butașilor.

cuttings.

Cuttings planting equipment have different mechanisms for planting:

- with rigid disc blades;
- with rigid disc clamp;
- with clamp chain;
- with elastic disc;
- with track.

The planting machine made by the Italian company *Fedele* shall be presented in several versions, the model PLANT (Figure 5.) with sections in line on a row or with sections arranged in two rows interlaced being shown.

Echipamentele de plantat butași au diferite mecanisme de plantare:

- cu disc rigid cu lamele;
- cu disc rigid cu cleme;
- cu lant cu cleme;
- cu discuri elastice;
- cu senila.

Mașina de plantat realizată de firma italiană *Fedele* se prezintă în mai multe variante, modelul PLANT (fig.5.) cu secții în linie pe un rând sau cu secții dispuse intercalat pe două rânduri.



Fig. 5 - Mașina de plantat Fedele, model Plant [5]

Planting machine *Fedele* model PLANT has planting sections provided with the distribution clamp mounted on the chain, leading to improved operating time. The gripper of the seedlings is fitted with rubber to avoid injury; also the clamping jaw opening and closing are controlled automatically by a special device.

Other planting clamp mechanism was made by the companies Spoggia (model Itala) and Ferrari (Model FPP).

INMA Bucharest has achieved a technical equipment, the EIS model, of carried type in transport and during work and is designed to operate in aggregate with agricultural tractors and forestry tractors with power ranging between 80 and 150 HP.

Mașina de plantat *Fedele* model Plant are secțiile de plantare prevăzute cu distribuitoare tip clește prinse pe lanț, ceea ce conduce la îmbunătățirea timpului de operare. Cleștele de prindere al materialului săditor este prevăzut cu cauciuc în scopul evitării vătămării materialului săditor, iar închiderea și deschiderea cleștelui de prindere sunt comandate automat de un dispozitiv special.

Alte echipamente cu mecanism de plantare tip clește au fost realizate de firmele *Spoggia* (model Itala) și *Ferrari* (model FPP).

INMA București a realizat echipamentul tehnic, model EIS, de tip purtat în transport și în timpul lucrului și este destinat să lucreze în agregat cu tractoare agricole sau forestiere pe roți cu puteri cuprinse între 80 și 150 CP.



Fig. 6 - Technical equipment for planting energetic willow EIS [2]

Energy willow cuttings planting machine is semiautomatic, having the same principle of operation as cuttings planting machine but additionally a cutting mechanism that cuts off willow coppices at well-defined dimensions but being able to vary. Cuttings resulting after cutting are taken over with

Mașinile de plantat sade de salcie energetică sunt semiautomate, au același principiu de funcționare ca și mașinile de plantat butași dar au în plus un mecanism de tăiere ce secționează sadele de salcie la dimensiuni bine stabilite dar care pot varia. Butașii rezultați în urma tăierii

a hydraulic system and are placed in channel opened by plow share and then covered with earth. Coppice length can reach up to 3 meters.

Willow coppice planting equipment are manufactured by Salix Maskiner (STEP) and the company Egedal (Energy Planter).

sunt preluați de un sistem hidraulic, sunt introduși în rigola deschisă de brăzdar și apoi acoperiți cu pământ. Lungimea sadelor poate ajunge până la 3 metri.

Echipamente de plantat sade de salcie sunt fabricate de firma Salix Maskiner (model STEP) și de firma Egedal (Energy Planter).



Fig. 7 - Planting machine Salix Maskiner STEP model [8], [9]

CONCLUSIONS

The range of the cuttings planting machine is highly developed, the models vary depending on the mechanism of planting, planting on the number of sections, the degree of automation etc ..

Planting machine is using different types of planting mechanisms to achieve different distances between the plants in the row, of which we mention: the rigid disk distribution mechanism, the mechanism with clamps on the distribution chain, the track-type distribution mechanism, the distribution mechanism with elastic discs; actuation of planting apparatus is achieved with the help of the compaction wheels.

Analysis of manufacturing the cuttings planting machine shows that they have evolved by automating the process of planting the cuttings in the soil and at the same time optimizing the traditional mechanical planting systems related to modern power systems, the main objective being the improvement of power systems and actual planting systems.

At the cuttings planting machine, the rigid disk devices are mostly used now, due to their structural simplicity and because they ensure the accuracy of the operation.

Machine with multiple sections has better efficiency because it lowers consumption.

REFERENCES

- [1]. Gadibadi M. (2013) - Rationale constructive and technological parameters of seeders plow for grain crops, PhD Thesis, Chisinau;
- [2]. Găgeanu P., Marin E. and others (2013) - Promoting in Romania the cultivation technology for energetic willow (*Salix viminalis*) as a clean alternative energy sources, INMA Bucharest, contr. Number. 35/2012;
- [3]. *** - Cultivation of energetic willow, <http://www.kwg.ro/ro/documentatii/>;
- [4]. *** - Cultivation of energetic willow , 26 January 2013, <http://despretot.info/2013/01/cultivarea-salciei/>;
- [5]. *** - Fedele, transplanter Plant, <http://www.fedelemario.com/plant.html>
- [6]. ***- Forest research, Technical development project report – Schort rotation forestry establishment, Octomber 2009, [http://www.forestry.gov.uk/pdf/TDSRFReportvAJH.pdf,%5C\\$FILE/TDSRFReportvAJH.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/TDSRFReportvAJH.pdf,%5C$FILE/TDSRFReportvAJH.pdf);
- [7]. Stoicescu I. (2012) - Energetic willow - a plant of the

CONCLUZII

Gama mașinilor de plantat butași este foarte dezvoltată, modelele variind în funcție de mecanismul de plantare, numărul de secții de plantare, gradul de automatizare, etc.

Mașinile de plantat utilizează diferite tipuri de mecanisme de plantare pentru a realiza distanțe diferite între plante pe rând, dintre care se amintesc: mecanismul de distribuție cu disc rigid, mecanismul de distribuție cu lanț cu cleme, mecanismul de distribuție tip șenilă, mecanismul de distribuție cu discuri elastice; acționarea aparatelor de plantat se realizează de la roțile de tasare.

Analiza construcției mașinilor de plantat butași arată că acestea au evoluat prin automatizarea procesului de plantare al butașilor în sol și în același timp prin optimizarea sistemelor mecanice tradiționale de plantat corelate cu sisteme de alimentare moderne, obiectivul principal este perfecționarea sistemelor de alimentare și a sistemelor de plantat propriu zise.

La mașinile de plantat butași, aparatele cu disc rigid sunt cele mai utilizate în prezent, atât datorită simplității lor constructive cât și datorită preciziei ce o asigură în funcționare.

Mașinile cu mai multe secții au un randament mai bun deoarece scade consumul.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Gadibadi M. (2013) - Argumentarea parametrilor constructivi și tehnologici ai brăzdarilor semănătorilor pentru culturile cerealiere, Teză de doctorat, Chișinău;
- [2]. Găgeanu P., Marin E. și alții (2013) - Promovarea în România a tehnologiei de cultivare a salciei energetice (*SALIX VIMINALIS*) ca sursa alternativă de energie curate, INMA București, contr. Nr. 35/2012;
- [3]. *** - Cultivarea salciei energetice, <http://www.kwg.ro/ro/documentatii/>
- [4]. *** - Cultivarea salciei, 26 ianuarie 2013, <http://despretot.info/2013/01/cultivarea-salciei/>
- [5]. *** - Fedele, transplanter Plant, <http://www.fedelemario.com/plant.html>
- [6]. ***- Forest research, Technical development project report – Schort rotation forestry establishment, Octombrie 2009, [http://www.forestry.gov.uk/pdf/TDSRFReportvAJH.pdf,%5C\\$FILE/TDSRFReportvAJH.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/TDSRFReportvAJH.pdf,%5C$FILE/TDSRFReportvAJH.pdf);
- [7]. Stoicescu I. (2012) - Salcia energetică – o plantă a

future, Greenly, 27 May 2012, <http://greenly.ro/energii-alternative/salcia-energetica-o-planta-a-viitorului>;

[8]. *** - Salix Maskiner, mașina de plantat Step Planter, <http://www.salix.se/index.php?section=83>;

[9]. *** - Salix Maskiner, mașina de plantat Step Planter <http://biofuel.iggesund.co.uk/preperations-are-essential-2/>;

[10]. *** - http://www.kwg.ro/ro/wp-content/gallery/page-bottom-gallery/fuz-171_logo.jpg;

[11]. *** - http://img30.olx.ro/images_mercadorro/69580_1_1000x700_salcie-si-plopi-energetici-jimbolia.jpg

[12]. *** - http://www.agrotechnics.ro/produse/utilaje/semanatori/semanatoare_gasparido_pinta_plus_versiunea_purtata.htm

[13]. *** - <http://www.mecanicaceahlau.ro/product-detail/semanatoare-universala-sup-29bp/>

[14]. <http://www.mecanicaceahlau.ro/product-detail/masina-de-plantat-miscanthus-etpm4/>

viitorului, Greenly, 27 mai 2012, <http://greenly.ro/energii-alternative/salcia-energetica-o-planta-a-viitorului>;

[8]. *** - Salix Maskiner, mașina de plantat Step Planter, <http://www.salix.se/index.php?section=83>;

[9]. *** - Salix Maskiner, mașina de plantat Step Planter <http://biofuel.iggesund.co.uk/preperations-are-essential-2/>;

[10]. *** - http://www.kwg.ro/ro/wp-content/gallery/page-bottom-gallery/fuz-171_logo.jpg;

[11]. *** - http://img30.olx.ro/images_mercadorro/69580_1_1000x700_salcie-si-plopi-energetici-jimbolia.jpg

[12]. *** - http://www.agrotechnics.ro/produse/utilaje/semanatori/semanatoare_gasparido_pinta_plus_versiunea_purtata.htm

[13]. *** - <http://www.mecanicaceahlau.ro/product-detail/semanatoare-universala-sup-29bp/>

[14]. <http://www.mecanicaceahlau.ro/product-detail/masina-de-plantat-miscanthus-etpm4/>

MANURE FERTILIZERS –AGROTECHNICAL RECOMMENDATIONS

ÎNGRĂȘĂMINTE ORGANICE SOLIDE – RECOMANDARI AGROTEHNICE

Ph.D.Stud. Eng. Ștefan V., Ph.D. Eng. Popa L., Ph.D. Eng. Ciuperca R.,
Ph.D.Stud. Eng. Petcu A.S, Ph.D.Stud. Eng. Zaica A., Ph.D.Stud. Eng. Lazar G.

National Institute of Research - Development for Machines and Installations for Agriculture and Food Industry - INMA Bucharest,
Tel: 0722 245 443; E-mail: valle_vali@yahoo.com

Abstract:

The problem of soil fertilization with organic fertilizer is a current problem due to increased consumption of organic products that requires fair applying rules in accordance with European and National regulations in the field, in order to avoid incorrect fertilization, which would lead to undesirable effects on environment, people health and security.

In the present paper an analysis on nutrients content of different types of fertilizers is performed as well as recommendations for the necessary quantities of organic fertilizers for different crop are given.

Keywords: precision agriculture, organic fertilizer, manure, compost

INTRODUCTION

In modern and future practice, organic fertilization is defined as a system of soil improvement, based on increased of organic matter, both by crop rotation and by incorporating external sources, which by the transformations undergone by the action of microorganisms improve plant nutrition and soil characteristics and simultaneously leads to improvement of soil characteristics especially of humus content and quality.

Over the last years, since organic products are more required on the market, farmers reintroduced the uncultivated land in agricultural circuit and due to this fact, organic fertilization drew the attention of authorities and farmers. Arid and infertile soils must be given back in agricultural circuit and this can only be made by restoring the humus content by organic fertilization, namely with manure and compost.

The management of organic fertilizers is meant to rationally manage the amount of manure, in particular needed by each culture, linking the amount of manure generated with land area owned at farm level, the necessary nutrients and crop rotation.

Within the context of current and future trends the practice of sustainable and organic agriculture, the organic fertilizers will constitute a decisive mean to restore and maintain soil fertility, due to the importance that organic matter brought in soil has as an energy factor that influences positively the growth of microorganisms and improves soil physical and chemical characteristics.

The areas cultivated in organic farming applied to arable land tripled in 2011 compared to 2006, and the area of orchards and vineyards increased from 294 ha in 2006 to 4166 ha in 2012 according to. [6].

Livestock sector that uses organic methods in animal husbandry has increased by approx. 20% especially in cattle and poultry [6].

Rezumat:

Problema fertilizării solurilor cu îngrășăminte organice revine în actualitate datorită creșterii consumului de produse ecologice care presupune necesitatea aplicării unor norme corecte, în concordanță cu reglementările europene și naționale în domeniu, în vederea evitării fertilizării incorecte, fapt ce ar conduce la efecte nedorite mediului, sănătății și securității populației.

În lucrarea de față se face o analiză privind conținutul de substanțe nutritive a diferitelor tipuri de îngrășăminte organice precum și recomandări privind cantitățile necesare de fertilizator organic pentru diferite culturi.

Cuvinte cheie: agricultură precizie, îngrășăminte organice, gunoi de grajd, compost.

INTRODUCERE

În practica modernă și de perspectivă, fertilizarea organică este definită ca un sistem de ameliorare a solului, bazat pe creșterea de materie organică, atât prin rotația culturilor, cât și prin încorporarea din surse externe, care prin transformările suferite sub acțiunea microorganismelor, exercită efecte de îmbunătățire a nutriției plantelor și concomitent determină ameliorarea însușirilor solului, îndeosebi a conținutului și calității humusului.

În ultimii ani, de când produsele ecologice sunt tot mai cerute pe piață, agricultorii repun în circuitul agricol terenurile lăsate necultivate ani la rând, iar fertilizarea organică a revenit în atenția autorităților și fermierilor. Solurile aride, nefertile trebuie redade circuitului agricol și asta se poate doar prin refacerea conținutului de humus, adică prin fertilizare organică, în speță cu gunoi de grajd și compost.

Managementul îngrășămintelor organice este menit să gestioneze rațional cantitatea de gunoi de grajd, în special, necesară fiecărei culturi, coroborând cantitatea de gunoi de grajd generată cu suprafața de teren deținută la nivelul fermelor, de necesarul de nutrienți și de rotația culturilor.

În contextul tendințelor actuale și de perspectivă privind practicarea unei agriculturi durabile și ecologice, îngrășămintele organice vor constitui un mijloc determinant pentru refacerea și menținerea fertilității solului, ca urmare a importanței pe care materia organică introdusă în sol o are ca factor energetic pentru dezvoltarea microorganismelor și pentru îmbunătățirea însușirilor fizico-chimice ale solului.

Suprafețele cultivate în agricultura ecologică pe teren arabil s-au triplat în 2011 față de 2006, iar suprafața de livezi și viță de vie a crescut de la 294 ha în 2006 la 4166 ha în 2012 cf. [6].

Sectorul animalier care folosește metode ecologice de creștere a animalelor a înregistrat o creștere de cca. 20% în special la bovine și pasări [6].

Managing manure can have both beneficial effects, influencing chemical, physical and biological soil properties, but can also have undesirable effects if used technologies are not properly implemented and controlled, this fact becoming a major cause of damage of soil quality and a pollution source of environmental factors in general and water resources in particular.

MATERIALS AND METHODS

• Manure

This organic fertilizer is a mixture in varying proportions of bedding (straw or peat) and solid and liquid animal manure. It is a universal fertilizer (for all crops) and complete (containing the main nutrients N, P, K, Ca and microelements: B, Mg, Zn, Cu) that is used fresh or in various stages of decomposition [3,4].

The chemical composition of fresh manure has been intensely studied in the specialty literature, and shows great variation according to the analyzed samples.

Depending on the storage time and the rate of decomposition, the manure on the platform, itself conditioned by temperature, humidity, degree of aeration, it can be found in different forms:

- *Garden soil* - when garbage is well digested and presented as a blackish mass;
- *Fermented* - it has a brown-blackish color and the straw bedding can not be seen;
- *Partially fermented* - it has a brown color, but there are brown visible breakable straws;
- *Unfermented* - when straw is strong and slightly changes color and elasticity.

Depending on the degree of fermentation is also the weight loss of the waste comparing to the amount of fresh manure as follows: 20 ... 30% in the case of partially fermented manure, 50% of the fermented manure and up to 75% in the case of garden soil [2,3].

The importance of the manure lies in the fact that, in addition to the action of supply of soil nutrients, contributes to the improvement of its physical characteristics (increased permeability binds the particles of sand, humus content and improves the soil structure), chemical (by increasing the CO₂, water solubilization capacity, to some extent correct soil acidity) and microbiological (inserts a large amount of soil microflora and improves the living conditions of existing ones) [3,4].

• Compost

The compost means a product obtained through a process of aerobic, thermophilic, microbial decomposition and synthesis of organic substances from waste products containing more than 25% relatively stable humus formed predominantly of microbial biomass and which still undergoes decomposition, being stable enough not to cause problems of smell reheat time, or the propagation of insects and has a C: N = 10 to 15 [1].

Composting process in tanks, platforms or piles, or at soil surface, of aerobic, anaerobic or mixed type, predominantly results in a *phase of decomposition* of organic matter and then, following *maturation*, in which, by microbiological way are synthesized the humic organic compounds.

Administrarea gunoiului de grajd poate avea atât efecte benefice, influențând proprietățile chimice, fizice și biologice ale solului, dar poate avea și efecte nedorite, în cazul în care tehnologiile de aplicare nu sunt utilizate corespunzător și controlat, acest fapt putând constitui o cauză majoră de deteriorare a calității solului și o sursă de poluare a factorilor de mediu în general și a surselor de apă, în special.

MATERIALE ȘI METODE

• Gunoiul de grajd

Acest îngrășământ organic reprezintă un amestec în diferite proporții de așternut (paie, sau turbă) și dejecțiile solide și lichide ale animalelor. Este un îngrășământ universal (pentru toate culturile) și complet (conține principalele elemente nutritive: azot, fosfor, potasiu, calciu și microelemente: bor, mangan, zinc, cupru), care se folosește în stare proaspătă sau în diferite faze de descompunere [3,4].

Compoziția chimică a gunoiului de grajd proaspăt a fost intens studiată în literatura de specialitate, aceasta fiind foarte variată în funcție de probele supuse analizelor.

În funcție de timpul de depozitare al gunoiului în platformă și de viteza de descompunere, condiționată la rândul său de temperatură, umiditate grad de aerare, compoziție, gunoiul se poate prezenta sub următoarele forme de descompunere:

- *mraniță* – când gunoiul este foarte bine fermentat și se prezintă ca o masă negricioasă;
- *fermentat* – când are o culoare brună-negricioasă și nu se văd paie din așternut;
- *semifermentat* – când are o culoare brună, paie se văd dar sunt brunificate și se rup;
- *nefermentat* – când paie sunt tari și își schimbă puțin culoarea și elasticitatea.

În funcție de gradul de fermentare este și scăderea în greutate a gunoiului față de cantitatea de gunoi proaspăt și anume: de 20...30% în cazul gunoiului semifermentat, de 50% a celui fermentat și până la 75% în cazul mraniței [2,3].

Importanța gunoiului de grajd constă în aceea că, pe lângă acțiunea de aprovizionare a solului cu substanțe nutritive, contribuie și la îmbunătățirea însușirilor sale fizice (mărește permeabilitatea, leagă particulele de nisip, îmbunătățește conținutul în humus și structura solului), chimice (prin creșterea cantității de CO₂, a capacității de solubilizare a apei, corectează într-o oarecare măsură aciditatea solului) și microbiologice (se introduce în sol o importantă cantitate de microfloră și se îmbunătățesc condițiile de viață ale celor existente)[3,4].

• Compostul

Prin compost se înțelege un produs obținut printr-un proces aerob, termofil, de descompunere și sinteză microbială a substanțelor organice din produsele reziduale, care conține peste 25 % humus relativ stabil format predominant din biomasă microbială și care în continuare este supus unei slabe descompuneri fiind suficient de stabil pentru a nu se reîncălzi ori determina probleme de miros sau de înmulțire a insectelor și are raportul C:N = 10-15 [1].

Procesul compostării în bazine, pe platforme sau grămezi, sau la suprafața solului, de tip aerob, anaerob sau mixt, decurge predominant într-o *fază de*

• *Sludge from different sources*

Sludge from different sources is considered organic fertilizer (although it has a more complex organo - mineral composition) with residual provenance from wastewater treatment, animal husbandry farms and from some industries (food).

The chemical composition of this sludge is made up of clay particles, organic substances from domestic water, human waste, mineral salts of macro – and micro-elements, detergents, heavy metals, pathogen agents [3]. They can be used in agriculture only after proper treatment (aerobic stabilization in digesters, dehydration, heat treatment). Lately, drying process is practiced in greenhouses and solariums which combines the effect of greenhouse ventilation and prevents starting fermentation, thus avoiding unpleasant odors.

• *Poultry manure*

It is a fast-acting fertilizer nearly containing double N, P and K compared to manure. On average, 100kg poultry manure contains: 60% water, 0.8 to 2.3% nitrogen, phosphorus 1.2-2.0, 0.7 to 1.2 potassium. The quantities of manure which can accumulate from a bird in one year are 14 kg from a goose, 8 kg from a duck, 6 kg from a chicken, 3 kg from a pigeon [4].

It can be used either in dry or liquid form (mixed with water). Good results are obtained especially when applied to the plant heap or during vegetation. In the case of irrigated crops (vegetables) the poultry manure can be given along with the irrigation water.

The nutrient composition of organic fertilizers

The composition and quality of organic fertilizers, (Table 1, Fig. 1) dependent and vary according to:

- animal species from which they come;
- the fodder used;
- type of bedding used;
- the degree of decomposition

The amount of manure that can be collected annually depends on:

- animal species;
- number of animals;
- duration of winter feeding and stable maintaining of cattle;
- the amount of bedding used.

Due to its high calcium content, manure is considered a soil amendment, and its use contributes to improve physical, chemical and biological soil characteristics.

It is noted that the fermented manure nutrient content is higher than those of fresh manure.

Horse manure has the content of nitrogen, phosphorus and potassium marginally less than that of cattle. From Table 1 it is observed that the most important amounts of nutrients are found in fermented manure from chickens, followed by sheep manure.

descompunere a materiei organice și apoi următoarea de maturare, în care pe cale microbiologică se sintetizează compușii organici humici.

• *Nămolurile de diferite proveniențe*

Nămolurile de diferite proveniențe sunt îngrășăminte considerate organice (deși au o compoziție mai complexă, organo-minerală), de proveniență reziduală, de la epurarea apelor uzate orășenești, din fermele și crescătoriile de animale și din unele ramuri ale industriei (alimentară).

Compoziția chimică a acestor nămoluri este formată din particule de argilă, substanțe organice din ape menajere, dejecții umane, săruri minerale cu macro și micro elemente dar și detergenți, metale grele, agenți patogeni [3]. Ele se pot folosi în agricultură numai în urma tratării corespunzătoare (stabilizare aerobă în digestoare, deshidratare, tratare termică). În ultima vreme se practică procedeul de uscare în sere și solarii unde se combină efectul ventilării cu efectul de seră și se împiedică începerea fermentării, evitându-se astfel mirosurile neplăcute.

• *Gunoii de păsări*

Este un îngrășământ cu acțiune rapidă și un conținut aproape dublu de N, P și K, comparativ cu gunoiul de grajd. În medie gunoiul de păsări conține la 100 kg gunoi: 60% apă, 0,8-2,3% azot, 1,2-2,0 fosfor, 0,7-1,2 potasiu. Cantitățile de gunoi ce se pot acumula de la o pasăre într-un an sunt: 14 kg de la o găscă, 8 kg de la o rață, 6 kg de la o găină, 3 kg de la un porumbel [4].

Se poate folosi fie în stare uscată, fie sub formă lichidă (în amestec cu apă). Rezultate bune se obțin mai ales atunci când se aplică la cuib sau în timpul vegetației. În cazul culturilor irigate (legumelor) se poate administra o dată cu apa de udare.

Conținutul de nutrienți din îngrășămintele organice

Compoziția și calitatea îngrășămintelor organice, (Tabel 1, fig. 1), depind și diferă în funcție de:

- specia de animale de la care provine;
- felul furajelor folosite;
- tipul așternutului folosit;
- gradul de descompunere

Cantitatea de gunoi de grajd care se poate strânge anual depinde de:

- specia de animale;
- numărul de animale;
- durata stabulației;
- cantitatea de așternut folosit.

Datorită conținutului său bogat în calciu, gunoiul de grajd este considerat și un amendament pentru sol, iar folosirea lui contribuie la îmbunătățirea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului.

Se observă că în gunoiul fermentat conținutul de substanțe nutritive este mai ridicat comparativ cu cele din dejecțiile proaspete.

Gunoii de cabaline are conținuturi de azot, fosfor și potasiu nesemnificativ mai mici față de cel de vite. Din tabelul 1 se observă că cele mai importante cantități de nutrienți se regăsesc în gunoiul fermentat de la găini, urmat de gunoiul de ovine.

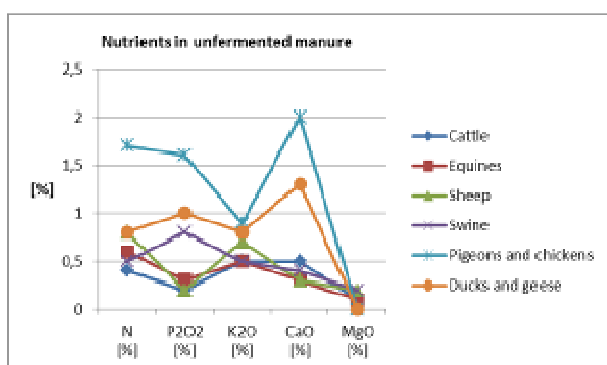
Calitatea gunoiiului de grajd este influențată mai

The quality of the manure is stronger influenced by bedding than the nature of ruminant manure. This statement is supported by the data in Table 2.

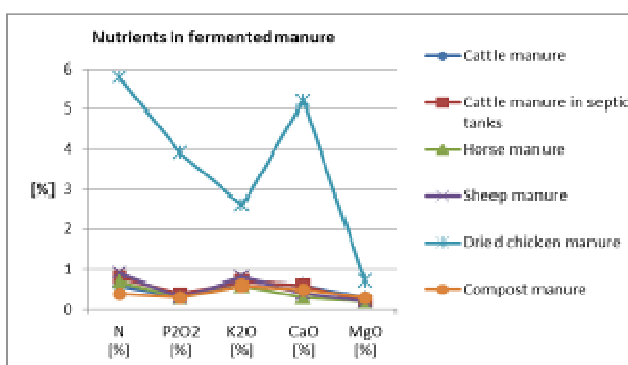
puternic de așternutul folosit decât de natura dejecțiilor animale provenite de la rumegătoare. Afirmația este susținută de datele din Tabelul 2.

Table 1
Average contents (%) of the main nutritive substances in organic fertilizers [2]

Fertilizers	Water [%]	Organic matter [%]	N [%]	P2O2 [%]	K2O [%]	CaO [%]	MgO [%]
Unfermented manure							
Cattle	77,40	20,30	0,40	0,20	0,50	0,50	0,10
Equines	77,40	25,40	0,60	0,30	0,50	0,30	0,10
Sheep	64,30	21,80	0,80	0,20	0,70	0,30	0,20
Swine	80,00	18,00	0,50	0,80	0,50	0,40	0,20
Pigeons and chickens	56,00	0,30	1,70	1,60	0,90	2,00	0,00
Ducks and geese	60,00	0,20	0,80	1,00	0,80	1,30	0,00
Fermented Manure							
Cattle manure	75,00	18,00	0,60	0,30	0,70	0,60	0,30
Cattle manure in septic tanks	75,00	18,00	0,80	0,40	0,70	0,60	0,20
Horse manure	75,00	20,00	0,70	0,30	0,60	0,30	0,20
Sheep manure	75,00	20,00	0,90	0,30	0,80	0,40	0,20
Dried chicken manure	20,00	75,00	5,80	3,90	2,60	5,20	0,70
Compost manure	47,30	9,70	0,40	0,30	0,60	0,50	0,30



a)



b)

Fig.1 - The composition of manure

a) Nutrients content in unfermented manure

b) Nutrients content in fermented manure

The composition of different bedding for manure [2]

Table 2

Bedding type	N	P2O2	K2O	CaO
	[%]			
Wheat Straw	0,3-0,8	0,1-0,2	0,8-1,7	0,3-0,6
Oat straw	0,6	0,35	1,5	0,4
Barley straw	0,5	0,2	1	0,3
Buckwheat straw	0,8	0,6	2,2	0,9
Pea haulm	1,04	0,3	0,9	1,58
Beanstalk	1,3	0,6	1,7	3,3
Pine sawdust	0,18	0,3	0,7	1

The losses of nutrients can be largely avoided since the production by adding an appropriate amount of straw to lift the C: N ratio of raw manure. At the same

Pierderile de elemente nutritive pot fi în mare parte evitate încă de la producere prin adăugarea unei cantități corespunzătoare de paie pentru ridicarea raportului C:N al dejecțiilor brute. În același timp este necesară o

time a slight compaction is required to acidification limiting loss of volatile ammonia and maintaining optimal humidity (around 70-80% [2] by recycling manure or splashing wort.

From the investigations carried out [5] on soil with manure fattening it is noted the achievement of large harvest increase, table 3.

ușoară tasare în vederea acidifierii care limitează pierderile de amoniac volatil dar și menținerea unei umidități optime (în jur de 70-80% [2] prin reciclarea mustului de bălegar sau prin stropiri.

Din cercetările efectuate [5] privind îngrășarea solurilor cu gunoi de grajd se remarcă realizarea unor sporuri mari de recoltă, table 3.

Table 3

The effectiveness livestock manure on autumn wheat grown after maize on levigated chernozem from Turda resort [5]

Variants	Production [kg/ha]	Difference from unfertilized	
		[kg/ha]	[%]
Unfertilized	2556	-	-
20 t/ha fermented manure	3536	980	38
40 t/ha fermented manure	4016	1460	57
20 t/ha fresh manure	3410	854	33
40 t/ha fresh manure	3826	1270	49

The quantities of manure recommended for annual application in soil (t / ha) as in [7] are presented in Table 4.

Cantitățile de gunoi de grajd recomandate pentru aplicarea anuală în sol (t/ha) conform [7] sunt prezentate în tabelul 4.

Table 4

Recommended quantities of manure for different type of soil and cultures

Crop	The level of fermentation	Steppe area			Silvosteppe			Forestry		
		Soil texture								
		Mild	Middle	Taugh	Mild	Middle	Taug h	Mild	Middle	Taugh
1	2	[t/ha]	[t/ha]	[t/ha]	[t/ha]	[t/ha]	[t/ha]	[t/ha]	[t/ha]	[t/ha]
Grain straw	Less fermented	15-20	20-25	25-30	20-25	25-30	30-35	20-25	30-35	30-35
	Well fermented	10	10-15	15-20	10-15	15-20	20-25	10-15	15-20	20-25
Maize	Less fermented	20-25	25-30	30-35	25-30	30-35	35-40	25-30	30-35	35-40
	Well fermented	10-15	15-20	20-25	15-20	20-25	25-30	15-20	20-25	25-30
Technical plants	Less fermented	25-30	30-35	35-40	30-35	40	30-35	35-40	35-40	35-40
	Well fermented	20-25	25-30	25-30	20-25	30	25-30	25-30	25-30	25-30
Vegetable crops	Well fermented	30-40	35-40	40	30-35	30-40	35-40	30-35	30-35	35-40
In bearing trees	Well fermented	30	35-40	40	30-35	30-40	35-40	30-35	30-35	40
Vines	Well fermented	30	30-35	30-35	30-35	35-40	40	30-35	35-40	40

CONCLUSIONS

Manure is a fertilizer that contains all the nutrients for the plants and that favorably influences the physical, chemical and biological properties of soil as follows:

- Increases the permeability, binds particles of sand, improves humus content and soil structure;
- Increases the amount of CO₂, water solubilising capacity, to some extent corrects the acidity of the soil;
- Inserts a large amount of microflora into soil and improves the living conditions of existing ones.

When using manure must be taken into account its residual effect which lasts 2 ... 5 years, the maximum effect being in the second year.

Doses of manure to be applied vary depending on the mentioned factors and of course available quantity of

CONCLUZII

Gunoiul de grajd este un îngrășământ ce conține toate substanțele nutritive necesare plantelor și care influențează în sens favorabil însușirile fizice, chimice și biologice ale solului astfel:

- mărește permeabilitatea, leagă particulele de nisip, îmbunătățește conținutul în humus și structura solului;
- crește cantitatea de CO₂, a capacității de solubilizare a apei, corectează într-o oarecare măsură aciditatea solului;
- se introduce în sol o importantă cantitate de microfloră și se îmbunătățesc condițiile de viață ale celor existente.

În folosirea gunoiului de grajd trebuie să se țină cont de efectul său remanent, care durează 2...5 ani, efectul maxim fiind în anul doi.

Dozele de gunoi de grajd ce se aplică variază ca mărime funcție de factorii amintiți și bineînțeles de

which the farmer disposes. Therefore, when the manure quantity is limited and the surface to be applied is large, it is possible to use a lower dose of about 15 ... 20 t / ha.

Typically, for field crops, it is recommended to use doses of 20 ... 30 t / ha, which may increase to 40 ... 50 t / ha where there are sufficient amounts of manure.

The quality of soil tillage for manure management is considered to be good when the ground is covered uniformly and the applied substance does not remain in the aggregate not exceeding 4 ... 6 cm.

Spreading uniformity, whether it is manual or mechanical operation, must exceed 75% [7].

REFERENCES

- [1]. Anghelina I., Anghelina I., Cristea L., Avadanei L., Avadanei V. (2008) – *Solutions for selectively collected municipal waste recycling - composting household waste* Symposium: Impact of the acquis communautaire on equipment and environmental technologies.
- [2]. Bernaz Gh. (1999) - *Fertilization of vineyards and maintenance of soil organic conception*, Ceres Publishing House, Bucharest
- [3]. Davidescu D., Davidescu V. (1981) - *Modern Agrochemistry* RSR Academy Publishing House, Bucharest.
- [4]. Davidescu D. (1971) - *Guidelines for effective use of fertilizers and amendments*, Ceres Publishing House, Bucharest.
- [5]. Giosan N. (1963) - *Agro biological characterization of wheat varieties and their agrotechnics in light of new experimental results*. Agricultural issues, No.4.
- [6]. National Institute of Statistics (2013) - *Statistical Yearbook of Romania*, Bucharest: NIS 2013.
- [7]. Ministry of Environment and Water, Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Development (2005) - *Code of Good Agricultural Practice for the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources*, Bucharest.
- [8]. Rusu M., Marghitas M., Oroianu I., Mihaescu T., Dumitras A. (2005) - *Treaty of agrochemicals*. Bucharest: Editura Ceres.

cantitatea de care dispune fermierul. Astfel, în cazul în care cantitățile de gunoi sunt limitate iar suprafața de aplicat este mare, se pot folosi doze mai mici, de aproximativ 15...20 t/ha.

De obicei, la culturile de câmp, se recomandă doze de 20...30 t/ha, doze care se pot mări la 40...50 t/ha în cazul când există cantități suficiente de gunoi de grajd.

Calitatea lucrării solului la administrarea gunoierului de grajd se consideră a fi bună atunci când terenul este acoperit uniform iar materialul administrat nu rămâne în agregate mai mari de 4...6 cm.

Uniformitatea de împrăștiere, indiferent dacă aceasta operație se efectuează manual sau mecanizat, trebuie să depășească 75% [7].

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Anghelina I., Anghelina I., Cristea L., Avădănei L., Avădănei V. (2008) - *Soluții de reciclare a deșeurilor municipale colectate selectiv - compostarea deșeurilor menajere*, Simpozionul Impactul Acquis-ului comunitar asupra echipamentelor și tehnologiilor de mediu.
- [2]. Bernaz Gh. (1999) – *Fertilizarea viilor și întreținerea solurilor în concepția ecologică*, Editura Ceres, București
- [3]. Davidescu D., Davidescu V. (1981) – *Agrochimia modernă*, Editura Academiei RSR, București.
- [4]. Davidescu D. (1971) - *Îndrumător pentru folosirea eficientă a îngrășămintelor și amendamentelor*, Editura Ceres, București.
- [5]. Giosan N. (1963) – *Caracterizarea agrobiologică a soiurilor de grâu și agrotehnica lor în lumina noilor rezultate experimentale. Probleme agricole, nr.4.*
- [6]. Institutul Național de Statistică (2013) - *Anuarul statistic al României*, București : INS, 2013.
- [7]. Ministerul Mediului și Gospodării Apelor, Ministerul Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale (2005) - *Codului de bune practici agricole pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole*, București.
- [8]. Rusu M., Marghitas M., Oroianu I., Mihaescu T., Dumitras A. (2005) - *Tratat de agrochimie*. Bucuresti: Editura Ceres.

INFLUENCE OF PRE-SOWING ELECTROMAGNETIC TREATMENTS ON PROPAGATING SEED QUALITIES OF TOMATO VARIETY MILYANA

ВЛИЯНИЕ НА ПРЕСЕИТБЕНИТЕ ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ОБРАБОТКИ ВЪРХУ ПОСЕВНИТЕ КАЧЕСТВА НА СЕМЕНА ОТ ДОМАТИ, СОРТ МИЛЯНА

Assoc. Prof. PhD Ganeva D.¹⁾, Assoc. Prof. PhD Eng. Sirakov K.²⁾, Prof. PhD Eng. Mihov M.¹⁾,
Assoc. Prof. PhD Eng. Martev K.²⁾, PhD Stud. Eng. Zahariev S.²⁾, Prof. PhD Eng. Ivan Palov²⁾

¹⁾Maritsa Vegetable Crops Research Institute, Plovdiv, Bulgaria; ²⁾Angel Kanchev University of Ruse, Bulgaria
Tel: +359 32 952296; E-mail: dganeva@abv.bg

Abstract: A possibility for stimulating germination, growth and development of germ of tomato seeds from variety Milyana was confirmed after pre-sowing electromagnetic treatments by expanded plan of the experiment (type B₃). Under parameters of the electromagnetic treatment of: voltage between the electrodes $U=12$ kV, duration of impact $\tau=5$ s and length of stay of seeds from treatment to sowing $T=12$ days an increase the germination energy with 103.60%/c, germination with 104.60%/c and increase of the root length with 24.41%, hypocotyl length with 15.73%, cotyledon length with 21.88% and the fresh weight of the plants with 25.00% was achieved. Under parameters of $U=6$ kV, $\tau=5$ s and $T=4$ days an inhibiting effect on the seeds development is identified. The length of the roots, hypocotyls and cotyledons are (16...20)% less compared to the control, and the fresh weight of the plants has increased by over 22%.

Key words: tomato seeds, pre-sowing electromagnetic treatments, germination energy and seed laboratory germination, roots, hypocotyls, cotyledons

INTRODUCTION

The achievements of the modern physics and chemistry contribute to determining of many biological problems concerning the increase of quantity and quality of the plant produce [2, 3, 4]. Seeds, plants and tubers are object of the study. Many researchers have studied the effect of pre-sowing electromagnetic treatment as an untraditional, ecologically pure method in different agricultural crops and they have established an accelerated germination, stimulation of plant growth and development and increased yield [1, 9, 10, 11]. Our research work with seeds from Bulgarian tomato varieties demonstrates that the power, duration of pre-sowing electromagnetic treatment and the storage period up to sowing are variety peculiarities [5]. It is necessary to perform experiments in controlled conditions before adoption of the variety in the practice in order to be studied the effect of this method – voltage, duration of treatment and period of operation [6, 12].

The purpose of the study was to establish the effect of pre-sowing electromagnetic treatments, carried out according to extended plan of the experiment in laboratory conditions on the germination properties of the seeds from tomato variety Milyana.

MATERIAL AND METHOD

The laboratory properties of the seeds from tomato variety Milyana are an object of this study. It has been read average germination of the seeds within the limits (92.00...92.50)% [7]. The pre-sowing electromagnetic treatment was conducted on March the 31st in 2014 in the

Резюме: Потвърдена е възможността за стимулиращо покълване, растеж и развитие на кълна след предсеитбена електромагнитна обработка по разширен план на експеримента. При параметри на обработката: напрежение 12 kV, продължителност на въздействието 5 s и време на престой на семената 12 денонощия е постигнато повишаване на кълняемата енергия със 103,60%/к, и кълняемостта с 104,60%/к и увеличаване на дължините на корените с 24,41%, на хипокотилите с 15,73%, на котиледоните с 21,88% и на свежата маса с 25,00%. При параметри $U=6$ kV, $\tau=5$ s и $T=4$ дни е констатиран потискащ ефект върху развитието на семената – дължините на корените, хипокотилите и котиледоните са с (16...20)% по-малки от контролните, а свежата маса на растенията се е увеличила с над 22%.

Ключови думи: семена домати, предсеитбена електромагнитна обработка, кълняема енергия, кълняемост, корен, хипокотили, котиледони

УВОД

За решаването на много биологични проблеми, свързани с повишаване на количеството и качеството на растителната продукция спомагат успехите на съвременната физика и химия [2, 5, 11]. Обект на изследване са семена, растения, клубени. Редица изследователи проучват влиянието на предсеитбено електромагнитно въздействие, като нетрадиционен екологично чист метод, при различни селскостопански култури и установяват ускорено поникване, стимулиране на растежа и развитието на растенията и повишаване на добива [1, 7, 8, 13]. Наши изследвания проведени със семена от български сортове домати показват, че силата, продължителността на предсеитбеното електромагнитно въздействие и срока на съхранение до засяването е сортова особеност [3]. Преди внедряване в производството е необходимо провеждането на предварителни опити при контролирани условия за проследяване влиянието на използвания метод – напрежение, продължителност на въздействие и време на действие [4, 9].

Целта на изследването е да установи влиянието на предсеитбените електромагнитни обработки, проведени по разширен план експеримента, при лабораторни условия, върху посевните качества на семена от домати сорт *Милияна*.

ОБЕКТ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обект на изследването са лабораторните качества на семена от домати сорт *Милияна*. Семената са с констатирана средна кълняемост, която е в границите (92,00...92,50)% [12]. Предсеитбената електромагнитна обработка е извършена на 31.03.2014 г. в полето на променливотоков коронен

AC corona discharge field. According some researchers [5, 6, 12, 13] as controlled factors of treatment are adopted: voltage, U (kV) between the electrodes (blade-plate) and the duration of treatment τ (s). After treatment, the seeds were left T (days) to stay till the sowing.

The experiment was performed by plan B_3 [8]. The matrix of planning with controlled factors U (kV), τ (s) and T (days) is shown in Table 1.

разряд. Съгласно [3, 4, 9, 10] като управляеми фактори на въздействие са възприети: напрежението, U (kV) между електродите на обработка (острие-плоскост) и продължителността на въздействие τ (s). След обработката семената са оставяни за престой T (денонощия) до засяването им.

Експериментът е проведен по план B_3 [6]. Матрицата на планиране с управляеми фактори U (kV), τ (s) и T (денонощия) е показана в табл. 1.

Table 1

Experiment planning matrix

Variants	Controlled factors					
	level	U , kV	level	τ , s	level	T , days
1	+1	12	+1	35	+1	12
2	-1	6	+1	35	+1	12
3	+1	12	-1	5	+1	12
4	-1	6	-1	5	+1	12
5	+1	12	+1	35	-1	4
6	-1	6	+1	35	-1	4
7	+1	12	-1	5	-1	4
8	-1	6	-1	5	-1	4
9	+1	12	0	20	0	8
10	-1	6	0	20	0	8
11	0	9	+1	35	0	8
12	0	9	-1	5	0	8
13	0	9	0	20	+1	12
14	0	9	0	20	-1	4
15	0	9	0	20	0	8

The tomato seeds were placed in Petri dishes with wet filter paper for germination at controlled conditions in the thermostat, in temperature 25°C and relative humidity 95%. A hundred of seeds from each variant were put in 4 replication after stay of 4, 8, and 12 days in electromagnetic treatment [5, 6, 12].

The seed parameters were studied (*germination energy g.e.,% and laboratory germination g.,%*) and biometrical measuring of germ were performed: length, in mm of: root l_{root} , hypocotyls l_{hyp} and cotyledons l_{cot} as well as fresh mass of the germ $m_{\text{fr.mass}}$, in g. The above mentioned parameters obtained in untreated seeds were used as a control.

Data were expressed in percentage towards the controls (%/c). They were statistically processed by regression analysis [8].

RESULTS

The mean values, recorded for germination energy (g.e.) and germination (g.) of the control seeds were following: after four days stay of the treated seeds – g.e.=91.00% and g.=92.25%, after eight day stay – g.e.=90.50% and g.=92.00%, and after 12 day stay g.e.=90.25% and g.=92.50%.

Data for germination energy and laboratory germination of the seeds stayed 4 and 8 days after electromagnetic treatment to the sowing were given in Table 2.

According to these data was established that the laboratory germination was 102.17%/c for the variants of

Доматените семена са поставени за покълване в петриеви блюда с навлажнена филтърна хартия при контролирани условия в термостат, при температура 25°C и относителна влажност 95%. От всеки вариант са поставени по 100 семена в 4 повторения след престои от 4, 8 и 12 денонощия от електромагнитната обработка [3, 4, 9].

Изследвани са *посевните качества* на семената (*кълняема енергия к.е.,% и лабораторна кълняемост к.,%*) и са проведени биометрични измервания *на кълна*: дължина в mm: на корен $l_{\text{кор}}$, на хипокотил $l_{\text{хип}}$, на котиледони $l_{\text{кот}}$ и свежа маса на кълн $m_{\text{св.маса}}$, в g. За контрола са използвани споменатите параметри получени от необработвани семена.

Данните са привеждани в процент спрямо контролните (%/к). Обработени са статистически чрез регресионен анализ [6].

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Отчетените средни стойности на кълняемата енергия (к.е.) и кълняемостта (к.) на контролните семена са както следва: при наблюденията след престой на обработените семена от 4 денонощия – к.е.=91,00% и к.=92,25%, след престой от 8 денонощия – к.е.=90,50% и к.=92,00%, а след престой от 12 денонощия: к.е.= 90,25% и к.=92,50%.

Данните от изследванията на кълняема енергия и лабораторна кълняемост на семена, престояли 4 и 8 денонощия от електромагнитната им обработка до засяването са представени в табл. 2.

От табл. 2 може да се констатира, че при престой на семената 4 денонощия след електромагнитната обработка до засяването, лабораторната кълняемост

treatment: 6 (U=6 kV and $\tau=35$ s) and 7 (U=12 kV and $\tau=5$ s) in four-day stay of the seeds after electromagnetic treatment to the sowing.

е 102,17%/к за варианти на обработка: 6 (U=6 kV и $\tau=35$ s) и 7 (U=12 kV и $\tau=5$ s).

Table 2
Germination energy and seed germination after a stay of 4 and 8 days than pre-sowing electromagnetic treatment

Variants	Length of stay from treatment to sowing T=4 days		Variants	Length of stay from treatment to sowing T=8 days	
	germination energy, %/c	seed germination, %/c		germination energy, %/c	seed germination, %/c
5	100.00	101.08	9	101.66	101.63
6	100.55	102.17	10	99.72	99.73
7	100.83	102.17	11	100.00	99.73
8	99.73	100.54	12	101.38	100.00
14	98.63	100.54	15	98.62	99.46

On the basis of the data for germination energy and laboratory germination recorded after seed stay for 8 days it could be concluded that there are no significant differences with the same parameters of the controlled seeds i.e. the electromagnetic treatment in combination with 8-day stay has no influence on the processes passing in the germ during seed germination.

The analysis of the data from previous investigations [5, 6] demonstrates that there is a correlation between the obtained results in different years of study after pre-sowing electromagnetic treatment with identical values of the controlled factors.

The results from the study of the germination energy and laboratory germination of the seeds after 12-day stay from treatment to sowing are given in Fig. 1.

От данните за кълняемата енергия и лабораторната кълняемост, наблюдавани след престой от 8 денонощия може да се заключи, че те почти не се различават от тези на контролните семена, т.е. електромагнитната обработка, в съчетание с 8-денонощен престой не се отразява върху процесите, развиващи се в кълновете при поникването на семената.

Анализът на данните от предни изследвания [3, 4] показва, че съществува корелация между получените през различни години резултати, след предсеитбени електромагнитни обработки с еднакви стойности на управляемите фактори.

Резултатите от изследванията на кълняемата енергия и лабораторната кълняемост на семената след 12-денонощен престой от обработката до засяването, отразени в %/к, са показани на фиг. 1.

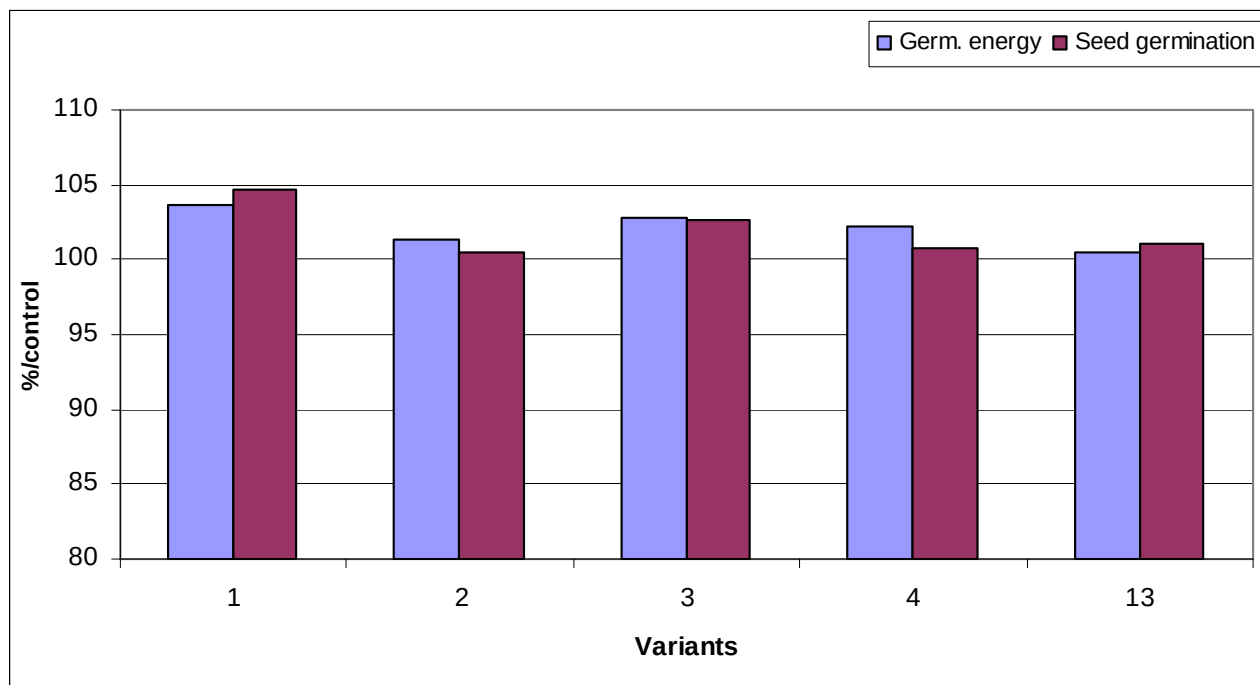


Fig. 1 – Germination energy and seed germination, after electromagnetic treatment and 12 days storage to sowing

According this figure it could be found that 12-day stay (in contrast to the small duration stays – 4 and 8 days) has reflected favourable on the observed plant parameters i.e. in this prolonged period the processes developed in the seeds after electromagnetic treatment

От фиг. 1 може да се констатира, че 12-денонощният престой (за разлика от престойте с малка продължителност – 4 и 8 денонощия) се е отразил благоприятно върху наблюдаваните параметри при растенията, т.е в този продължителен

stimulate their accelerate growth. This could be clearly observed in the seeds, germinated after their treatment in variants 1 and 3. For example in variant 1 ($U=12$ kV and $\tau=35$ s) $g.e._1=103.60\%/c$, a $g._1=104.60\%/c$.

The values of the two parameters for variant 3 ($U=12$ kV and $\tau=5$ s) were identical: $g.e._3=g._3=102.70\%/c$. These data correlate with the field germination, established after 365-day stay of the seeds, treated by variants 1 and 3. For these parameters in [13] is shown that the field germination in variant 1 is $g._1=106.94\%/c$, and for variant 3 – $g._3=104.91\%/c$. It should be mentioned that according to data in table 1 the seeds from variants 1 and 3 were processed in high value of the applied voltage – $U=12$ kV.

Although the prolonged seed stay the mean values ($U=9$ kV и $\tau=20$ s) of the controlled factors – have slighter effect on the observed parameters $g.e._{13}=100.55\%/c$, a $g._{13}=101.08\%/c$ for variant 13.

Data from the previous investigations [6] also showed that after pre-sowing electromagnetic treatment at values of the controlled factors $U=12$ kV and $\tau=35$ s the obtained results for germination energy and germination, studied in laboratory and field conditions were with similarly increased values.

According to the results shown in Fig. 1 and data recorded by [13] it could be found that in the longer treatment $\tau=35$ s and voltage between the electrodes $U=12$ kV the obtained results for germination were slightly better compared to those with duration of treatment $\tau=5$ s.

The mean results from the observation for root length - l_{root} , hypocotyl length - l_{hyp} , and cotyledon length - l_{cot} , as well as for the fresh mass $m_{\text{fr.mass}}$ of the germ are given in Fig. 2.

период, след електромагнитната обработка в семената са се развили процеси, които стимулират ускореното им развитие. Това най-ясно се откроява за семената, покълнали след обработката им по варианти 1 и 3. Така напр. за вариант 1 ($U=12$ kV и $\tau=35$ s) $к.е._1=103,60\%/к$, а $к._1=104,60\%/к$.

Стойностите на двата параметъра за вариант 3 ($U=12$ kV и $\tau=5$ s) са еднакви и са $к.е._3=к._3=102,7\%/к$. Тези данни корелират с полската кълняемост, установена след 365 денонощия престой на семената, обработени по варианти 1 и 3. За тях в [10] е посочено, че при вариант 1 полската кълняемост е $к._1=106,94\%/к$, а за вариант 3 – $к._3=104,91\%/к$. Трябва да се отбележи, че съгласно табл. 1 семената по варианти 1 и 3 са обработени при по-високата стойност на използваното напрежение – $U=12$ kV.

Средните стойности ($U=9$ kV и $\tau=20$ s) на управляемите фактори за вариант 13, въпреки продължителния престой, са се отразили по-слабо върху наблюдаваните параметри, които са $к.е._{13}=100,55\%/к$, а $к._{13}=101,08\%/к$.

Данните от предходни изследвания [4] също показват, че след предсеитбена електромагнитна обработка при стойности на управляемите фактори $U=12$ kV и $\tau=35$ s се получават сходни повишени стойности на резултатите за кълняемата енергия и кълняемостта, изследвани в лабораторни и полски условия.

От получените резултати, показани на фиг. 1 и от данните, посочени в [10] може да се констатира, че при по-голямата продължителност на обработката $\tau=35$ s и напрежение между електродите $U=12$ kV се получават незначително по-добри резултати за кълняемостта, в сравнение с тези при $\tau=5$ s.

Усреднените резултати от наблюденията за дължините на корените - $l_{\text{кор}}$, на хипокотилите - $l_{\text{хип}}$, и на котиленоните - $l_{\text{кот}}$, както и за достигната свежа маса $m_{\text{св.маса}}$ на кълна са представени на фиг. 2.

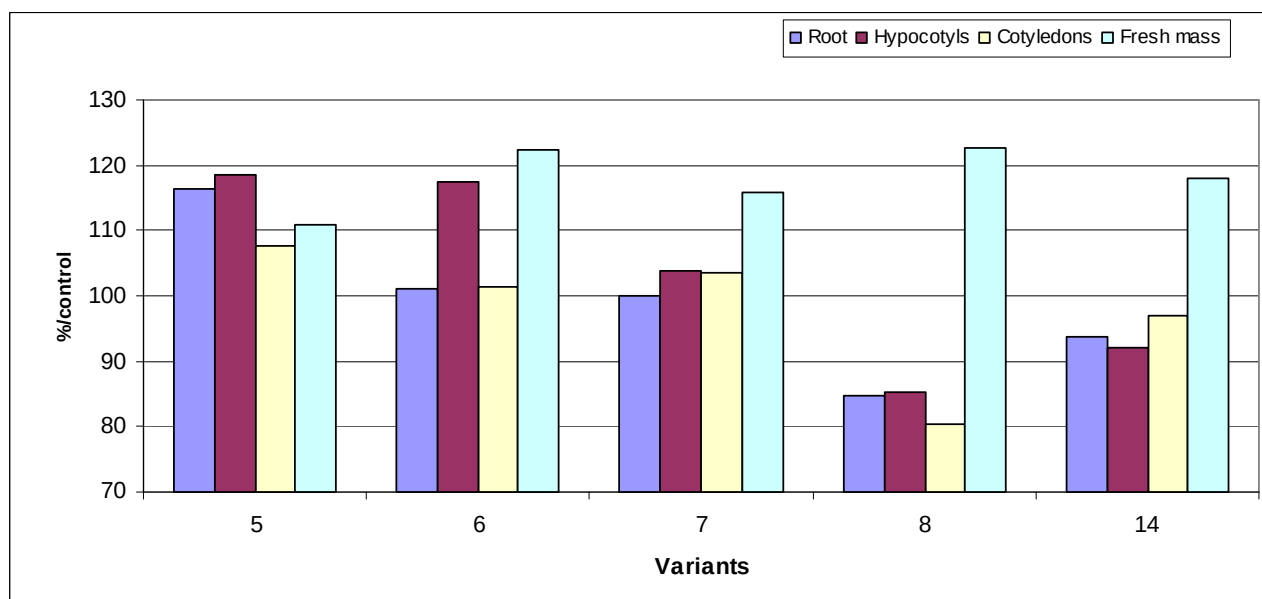


Fig. 2a – Results of biometric measuring after a stay of 4 days then pre-sowing electromagnetic treatment

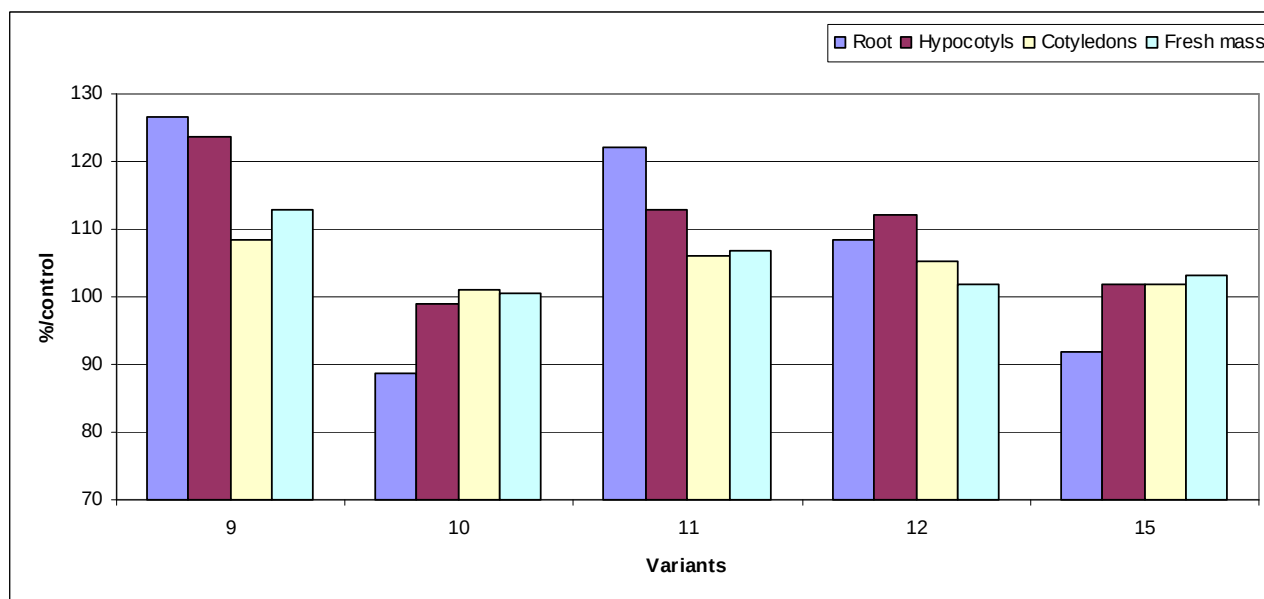


Fig. 2b – Results of biometric measuring after a stay of 8 days then pre-sowing electromagnetic treatment

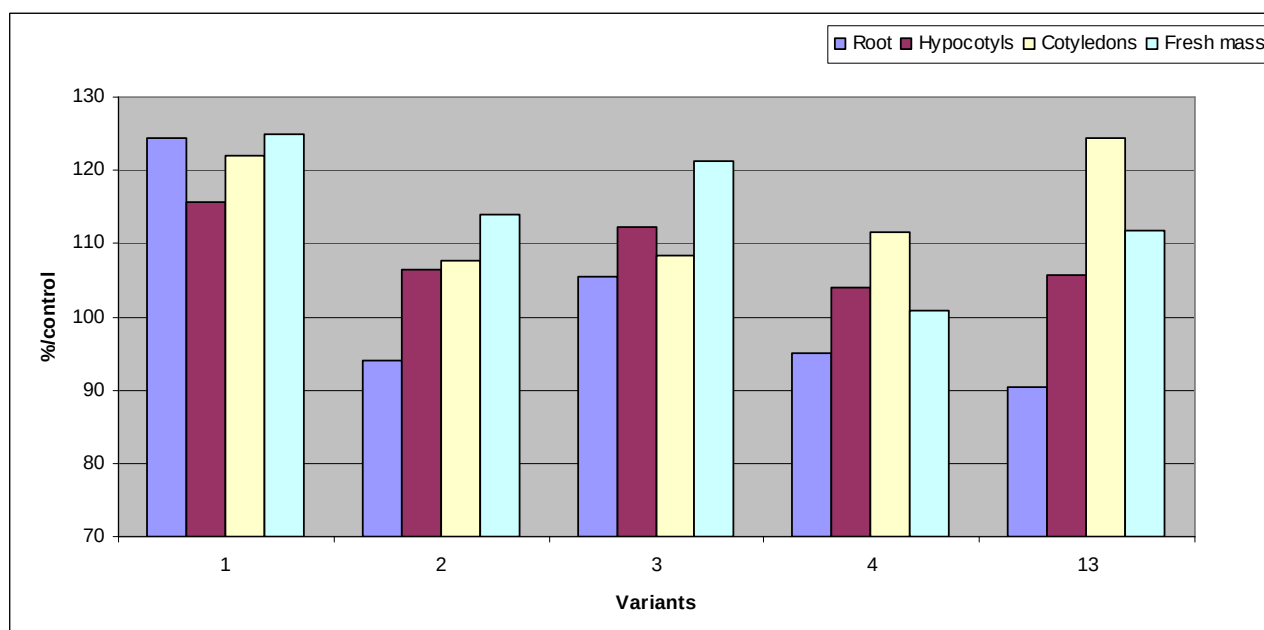


Fig. 2c – Results of biometric measuring after a stay of 12 days then pre-sowing electromagnetic treatment

The analysis of these data demonstrates stability of the stimulation of the observed parameters after pre-sowing treatment of the seeds from tomato variety *Milyana* in variant 1 ($U=12$ kV and $\tau=35$ s). Thus the observed parameters for variant 3 (after 12-day stay of the seeds) given in Fig. 2c are the following: $\ell_{\text{root}1}=124.41\%/c$, $\ell_{\text{hyp}1}=115.73\%/c$, $\ell_{\text{cot}1}=121.88\%/c$. The stimulation of all observed parameters was similar after pre-sowing electromagnetic treatment by variant 5 ($U=12$ kV and $\tau=35$ s) – after 4-day stay (Fig. 2a) and by variant 9 ($U=12$ kV and $\tau=20$ s) – after 8-day stay (Fig. 2b) from treatment to sowing.

As a result of the analysis of the data from Fig. 2 it was established that the germs treated by variants 1, 9 and 5 anticipated the controls in their growth. The

Анализът на данните от фиг. 2 показва стабилност на стимулирането на наблюдаваните параметри след предсеитбената обработка на семената от домати сорт *Милана* по вариант 1 ($U=12$ kV и $\tau=35$ s). Така на фиг. 2в наблюдаваните параметри за вариант 1 (след 12 денонощен престой на семената) са както следва: $\ell_{\text{кор}1}=124,41\%/к.$, $\ell_{\text{хип}1}=115,73\%/к.$, $\ell_{\text{кот}1}=121,88\%/к.$ Подобно е стимулирането на всички наблюдавани параметри след предсеитбена електромагнитна обработка по вариант 5 ($U=12$ kV и $\tau=35$ s) – след 4 денонощен престой (фиг. 2а) и по вариант 9 ($U=12$ kV и $\tau=20$ s) – след 8 денонощен престой (фиг. 2б) от обработката до засяването.

Прави впечатление, че след възприетите [3] 4, 8 и 12 денонощия на престои и при нива на

increased average weight is as follows: for variant (Fig. 2c) – $m_{fr.mass1}=125.00\%/c$, for variant 9 (Fig. 2b) $m_{fr.mass9}=112.77\%/c$ and variant 5 (Fig. 2a) – $m_{fr.mass5}=110.79\%/c$. Therefore the plants that have germinated after pre-sowing electromagnetic treatment of the seeds by variants 1, 9 and 5 and stayed 12, 8 and 4 days, respectively were significantly better developed compared to the control.

It creates an impression that in the adopted [5] 4, 8 and 12 days of stay and when the level of the voltage was $U=12$ kV, i.e. for the variant 1 – Fig. 2c, variant 9 – Fig. 2b and variant 5 Fig. 2a, the obtained values of all observed parameters were always greater compared to those for the control plants.

For example the root length that was reached - l_{root} of the seed germ after stay of 4 days in variant 5 (Fig. 2a) is $l_{root5}=116.28\%/c$, in 8-day stay – variant 9 (Fig. 2b) is $l_{root9}=126.47\%/c$ and in 12-days stay – variant 1 (Fig. 2c) is $l_{root1}=124.41\%/c$. The above-mentioned positive results are obtained after treatment with voltage between the electrodes 12 kV and in great duration of the treatment: for variants 1 and 5 – for 35 s, and in variant 9 – for 20 s.

The combination of the adopted low values of the dirigible factors for variant 8 (Fig. 2a): voltage between the electrodes $U=6$ kV, duration of the treatment $\tau=5$ s and duration of stay from treatment to the sowing $T=4$ days has an inhibiting effect on the length observed of the roots, hypocotyls and cotyledons. For example, towards the control parameters they are following: $l_{root8}=84.41\%/c$, $l_{hyp8}=85.37\%/c$, $l_{cot8}=80.40\%/c$. However it creates an impression that the fresh mass of the germs grown from the seeds treated by variant 8 is $m_{fr.mass8}=122.59\%/c$, i.e. it is greater compared to the control with 22,59%. Nevertheless of the smaller values of the length of roots, hypocotyls and cotyledons, the germs in this variant of treatment were well grown, vigorous, with right proportions.

The data analysis of Fig. 2 demonstrates that the applying of voltage with values different from 12 kV, i.e. 6 kV and 9 kV for the pre-sowing electromagnetic treatment did not contribute to stimulating of the progress of all observed parameters. For example, it could be noted that the mentioned voltage with lower values than 12 kV, as a rule suppresses the growth of the seed root lengths, which are with considerable lower lengths compared to the control.

CONCLUSIONS

After pre-sowing electromagnetic treatment by extended plan of the experiment (plan B₃) in laboratory conditions a possibility for stimulation of the germination and initial germ growth in seeds from tomato variety Milyana is conformed.

It was established that after pre-sowing electromagnetic treatment for 35 s, in the AC corona discharge field at voltage 12 kV and after 12-day stay of the seeds from treatment to sowing, an increase of the parameters towards the control was obtained:

- germination energy – 103.60%/c and germination 104.60%/c;
- length: of the roots – 124,41%/c, of the

напрежението от $U=12$ kV, т.е за вариант 1 – фиг. 2в, вариант 9 – фиг. 2б и вариант 5 от фиг. 2а, получените стойности на всички наблюдавани параметри са винаги по-големи от тези на контролните растения.

Така напр. достигнатите дължини на корените - $l_{кор}$ на кълна на семената при престой 4 денонощия за вариант 5 (от фиг. 2а) са $l_{кор5}=116,28\%/к$, при 8 денонощия – вариант 9 (от фиг. 2б) са $l_{кор9}=126,47\%/к$ и за 12 денонощия – вариант 1 от (фиг. 2в) $l_{кор1}=124,41\%/к$. Описаните по-горе положителни резултати след обработката на семената са получени след въздействие с напрежение между електродите 12 kV и при голяма продължителност на въздействие: за варианти 1 и 5 – при 35 s, а вариант 9 – при 20 s.

Съчетанието на възприетите ниски стойности на управляемите фактори за вариант 8 (от фиг. 2а): напрежение между електродите $U=6$ kV, продължителност на обработката $\tau=5$ s и продължителност на престоя от обработката до засяването $T=4$ денонощия се е отразило потискащо на наблюдаваните дължини на корените, хипокотилите и котиладоните. Така напр. спрямо контролните параметри те са: $l_{кор8}=84,41\%/к$, $l_{хип8}=85,37\%/к$, $l_{кот8}=80,40\%/к$. Прави впечатление обаче, че свежата маса на кълновете израснали от семена обработени по вариант 8 е $m_{св.маса8}=122,59\%/к$, т.е. по-голяма от контролната с 22,59%. Независимо от по-малките стойности на дължините на корените, хипокотилите и котиладоните, кълновете при този вариант на обработката са добре развити, мощни, с правилни пропорции.

Анализът на данните от фиг. 2 показва, че използването на напрежения различни от 12 kV, т.е. 6 kV и 9 kV за предсеитбената електромагнитна обработка не спомага за стимулиращо развитие на всички наблюдавани параметри. Така напр. може да се констатира, че споменатите напрежения, с по-ниски стойности от 12 kV, като правило потискат развитието на дължините на корените на семената, които са с дължини, значително под тези на контролните растения.

ИЗВОДИ

След предсеитбена електромагнитна обработка по разширен план на експеримента (план B₃) в лабораторни условия е потвърдена възможността за стимулиране покълването и първоначално развитие на кълна на семена от домати, сорт Милияна.

Установено е, че след предсеитбена електромагнитна обработка с продължителност 35 s, в полето на коронен разряд при напрежение 12 kV и след 12-денонощен престой на семената от обработка до засяването им се получава увеличаване спрямо контролата на параметрите:

- кълняема енергия – 103,60%/к и кълняемост 104,60%/к;
- дължина: на корените – 124,41%/к, на

hypocotyls – 115.73%/c and of the cotyledons – 121.88%/c;

- of the fresh mass of germ – 125.00%/c.

It was confirmed that the pre-sowing electromagnetic treatments at voltage 12 kV and duration 35 s have a similar effects during the different years of the experiment.

It was established that after pre-sowing electromagnetic processing at voltage 6 kV, duration of the influence 5 s and after 4-day stay of the seeds from treatment to the sowing, an inhibiting effect on their growth was obtained – lengths that are reached: of the roots – 84.41%/c, of the hypocotyls – 85.37%/c and of the cotyledons – 80.40%/c. The seed treatment at the same parameters stimulates the fresh mass accumulated in the plants – 122.59%/c.

REFERENCES

- [1]. Antonova G., Decheva S., Mihov M., Sirakov K., Zahariev S. and Palov I. (2013) – *Study on the effect of pre-sowing electromagnetic treatment on germination of head cabbage seeds*, Agricultural Engineering, Volume 50, Issue 1, pg.: 22-26 (Bg);
- [2]. Berova M. and Stoeva N. (2013) – *Phytohormones and synthetic growth regulators*, Academic Publishing Agricultural University, Plovdiv (Bg);
- [3]. Cholakov D. and Kartalov P. (1990) – *Radiation effect of laser-energy irradiation of cucumber seeds*, Plant Science, Volume 27, Issue 2, pg.: 81-85 (Bg);
- [4]. Dencheva A., Stefanov V., Ilieva V and Goteva M. (1984) – *Laser in farming*, Zemizdat, Sofia (Bg);
- [5]. Ganeva D., Mihov M., Palov I., Sirakov K. and Zahariev S. (2013) – *Results of laboratory tests after pre-sowing electromagnetic treatment of seeds of Bulgarian tomato varieties*, Agricultural Engineering, Volume 50, Issue 3, pg.: 13-21 (Bg);
- [6]. Ganeva D., Sirakov K., Mihov M., Palov I. and Zahariev S. (2014) – *Study on the effect of pre-sowing electromagnetic treatment of tomato seeds on germination in laboratory and field conditions*, Agricultural Engineering, Volume 51, Issue 2, pg.: 13-18 (Bg);
- [7]. International Seed Testing Association (ISTA). (2004) – *International rules for seed testing*. Bassersdorf, Switzerland;
- [8]. Mitkov A. and Kardashevski S. (1977) – *Statistical methods in Agricultural technique*, Zemizdat, Sofia (Bg);
- [9]. Palov I., Kuzmanov E., Sirakov K., Armanov N. and Nedyalkov N. (2010) – *Results from field research after pre-sowing treatment of wheat seeds with electromagnetic energy*, Agricultural Engineering, Volume 47, Issue 3, pg.: 24-32 (Bg);
- [10]. Palov I., Genchev P., Sirakov K., Zahariev S. and Kuzmanov E. (2013) – *Results from field tests after pre-sowing electromagnetic treatments of French maize hybrid*, Mechanization of Agriculture, Issue 1, p.: 32-34 (Bg);
- [11]. Sirakov, K., Palov Iv., Armanov N. and Nedyalkov N. (2006) – *Results from research after pre-planting electromagnetic treatment of potato tubers*, Proceedings of the International Conference Development of agricultural technologies and technical means in ecological and energetic aspects, N11, Raudondvaris, Lithuania, pg.: 277-281;
- [12]. Sirakov K., Ganeva D., Palov I., Mihov M. and Zahariev S. (2014) – *The impact of pre-sowing*

хипокотилите – 115,73%/к и на котиледоните – 121,88%/к;

- на свежата маса на кълна – 125,00%/к.

Потвърдено е, че предсеитбените електромагнитни обработки при напрежение 12 kV и продължителност 35 s оказват сходни въздействия.

Установено е, че след предсеитбени електромагнитни обработки при напрежение 6 kV, продължителност на въздействието 5 s и след 4-денонощен престой на семената от обработка до засяването им се получава потискащ ефект върху развитието им – получени са дължини: на корените – 84,41%/к, на хипокотилите – 85,37%/к и на котиледоните – 80,40%/к. Обработката на семената при същите параметри стимулира натрупалата се в растенията свежа маса – 122,59%/к.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антонова, Г., С. Дечева, М. Михов, К. Сираков, Св. Захариев, Ив. Палов (2013) – *Проучване на ефекта от предсеитбена електромагнитна обработка върху кълняемостта на семена от главесто зеле*. Селскостопанска техника, 50 (1): 22-26;
- [2]. Берова, М., Н. Стоева (2013) – *Фитохормони и синтетични регулатори на растежа*. Академично издателство на Аграрния университет, Пловдив, 191;
- [3]. Ганева, Д., М. Михов, Ив. Палов, К. Сираков, Св. Захариев (2013) – *Резултати от лабораторни изследвания след предсеитбена електромагнитна обработка на семена български сортове домати*. Селскостопанска техника, 50 (3): 13-21;
- [4]. Ганева, Д., К. Сираков, М. Михов, Ив. Палов, Св. Захариев (2014) – *Анализ на посевните качества на семена от домати след електромагнитна обработка при изследвания в лабораторни и полски условия*. Селскостопанска техника, 51 (2): 13-18;
- [5]. Денчева, А., В. Стефанов, В. Илиева, М. Готева (1984) – *Лазерът в селското стопанство*. Земиздат, София, 143;
- [6]. Митков, А., С. Кардашевски (1977) – *Статистически методи в селскостопанската техника*. Земиздат, София, 501;
- [7]. Палов, Ив., Е. Кузманов, К. Сираков, Н. Арманов, Н. Недялков (2010) – *Резултати от полеви изследвания след разделена предсеитбена обработка на пшенични семена с електромагнитна енергия*. Селскостопанска техника, 47 (3): 24-32;
- [8]. Палов, Ив., Пл. Генчев, К. Сираков, Св. Захариев, Е. Кузманов (2013) – *Резултати от полеви изследвания след предсеитбени електромагнитни обработки на семена от френски царевичен хибрид*. Механизация на земеделието, 1: 32-34;
- [9]. Сираков, К., Д. Ганева, Ив. Палов, М. Михов, Св. Захариев (2014) – *Въздействие на предсеитбената електромагнитна обработка на доматени семена върху биометричните показатели на разсада*. Селскостопанска техника, 51 (1): 26-34;
- [10]. Сираков, К., Д. Ганева, М. Михов, Ив. Палов, Св. Захариев (2014) – *Изследване влиянието на предсеитбената електромагнитна обработка и срока на съхранение върху посевните качества на семена от домати сорт Милана*. Селскостопанска техника, 51 (3-4): 21-26;
- [11]. Чолаков, Д., П. Карталов (1990) – *Радиационен ефект от облъчването на семена с лазерна енергия при отглеждане на краставици в пластмасови оранжерии*. Растениевъдни науки, 27 (2): 81-85;

electromagnetic treatment of tomato seeds on the biometrics of the seedlings, Agricultural Engineering, Volume 51, Issue 1, pg.: 26-34 (Bg);

[13]. Sirakov K., Ganeva D., Mihov M., Palov I. and Zahariev S. (2014) – *Study the influence of electromagnetic treatment and storage period on propagating seed quality of tomato Milyana variety*, Agricultural Engineering, Volume 51, Issue 3-4, pg.: 21-26 (Bg).

[12]. International Seed Testing Association (ISTA). (2004) – *International rules for seed testing*. Bassersdorf, Switzerland;

[13]. Sirakov, K., Iv. Palov, N. Armyanov, N. Nedyalkov (2006) – *Results from research after pre-planting electromagnetic treatment of potato tubers*. Proceeding of the International Conference, Development of agricultural technologies and technical means in ecological and energetic aspects N11, Raudondvaris, Lithuania, pg. 277-281.

THE VITAMINS NECESSARY TO HUMAN ORGANISM COMPLETED BY PEPPER FRUITS

NECESARUL DE VITAMINE PENTRU ORGANISMUL UMAN COMPLETAT DIN FRUCTELE DE ARDEI IUTE

Dr. Jianu Sorin

DSVSA Mehedinți

Tel: 0744698159; E-mail:jnsorin@yahoo.com

Abstract: In this paper a number of ten local pepper populations from Ianca village, Olt County were chosen to be studied and determinations of vitamin C, acidity, carotene and protein were made for setting the most valuable cultivars for their promotion due to the high content of vitamin C, protein, acidity and carotene.

The consumption and usage of pepper fruits is important for our organism especially for chemical composition. The capsaicin, being the active principle of pepper, important for pungency, as well as the other components, make known the importance of consuming pepper and other usages of pepper fruits, especially in naturist medicine.

Because in Romania only five varieties of peppers were approved, the capitalization of the local pepper cultivars which have the highest zonal adaptability and give the highest production is aimed.

Keywords: acidity, proteins, carotene, vitamin C

INTRODUCTION

Starting from the fundamental principle that the vitamins are the main source of energy contributing at the good function of the organism, they can be found in the fruits and vegetables consumed daily. Due to the nutritive substances contained, some diseases and affections of the organism can be avoided by pepper consumption, as well as their prevention and treat.

Amongst the known vegetables, pepper has a multitude of benefits for human health. [2] Pepper takes part of the Family Capsicum and is known as *Capsicum Annuum*.

It is a source rich in vitamin C, the most known vitamin, which is an antioxidant being important in infections prevention and treat. Vitamin C treats colds, removes the fatigue and anxiety sensation and strengthens the immune system. The vitamin C necessary for an adult varies between 60-80 mg/day. A particular importance for the organism is also represented by beta-carotene which is taken from fruits and vegetables and when it reaches inside the organism is transformed in vitamin A, being acknowledged for improving the immune system and the sight. There is not a daily quantity recommended by specialists until now [1, 3].

Because the proteins are part of every cell from the organism, being involved in all its functioning processes, the knowledge of vegetal protein quantities existent in every aliment is important, because the daily necessary is 1g/kg of body depending on gender and age, and the pepper fruits have also in their composition small quantities of protein [5, 6].

The consumption of pepper combats cancer, stimulate the pancreas and helps at lungs function. Last, but not least, the pepper is used with success in diet, helpful at weight loss.

It helps to the stimulation of our metabolism, through the action on vein structure.

Pepper is one of the most adequate remedies for high

Rezumat: În această lucrare, au fost luate în studiu un număr de 10 cultivare locale de ardei iute din comuna Ianca, Județul Olt și au fost efectuate determinări de vitamina C, aciditate, caroten și proteină, în scopul stabilirii celor mai valoroase cultivare, pentru promovarea lor, datorită conținutului mare de vitamina C, proteină, aciditate și caroten.

Consumarea și folosirea fructelor de ardeiul iute este importantă pentru organismul nostru mai ales prin valoarea compoziției chimice. Capsaicina, fiind principiul activ al acestuia important pentru iuțea, precum și celelalte componente, fac recunoscută importanța consumului de ardei iute precum și alte întrebări a fructelor de ardei iute, cu predilecție către medicina naturistă. Pentru că în țara noastră au fost omologate numai 5 soiuri de ardei iute, se urmărește valorificarea cultivarelor locale de ardei iute care au cea mai mare adaptabilitate zonală și dau producții cât mai mari.

Cuvinte cheie: aciditate, proteină, caroten, vitamina C

INTRODUCERE

Pornind de la principiul fundamental că vitaminele sunt principala sursă de energie contribuind la buna funcționare a organismului, ele sunt regăsite în fructele și legumele consumate zilnic. Datorită substanțelor nutritive pe care le conțin, prin consumarea lor, se pot evita boli și afecțiuni ale organismului, dar și tratarea și prevenirea acestora.

Dintre legumele cunoscute, ardeiul iute ascunde o multitudine de beneficii pentru sănătatea noastră.[2] Ardeiul iute face parte din Familia Capsicum și este cunoscut sub denumirea de *Capsicum Annuum*. Este o sursă bogată de vitamina C, care este cea mai cunoscută vitamină, fiind și antioxidant având importanță în prevenirea și tratarea infecțiilor. Vitamina C tratează răcelile, înlătură senzația de oboseală și anxietate și întărește sistemul imunitar. Necesarul de vitamina C pentru un adult variază între 60-80 mg/zi. O importanță deosebită pentru organism o are și beta carotenul care luat din fructe și legume când ajunge în organism este transformat în vitamina A, fiind recunoscută pentru îmbunătățirea sistemului imunitar și mai ales pentru vedere. Până acum nu există o cantitate zilnică recomandată de specialiști.[1,3]

Deoarece proteinele intră în compoziția fiecărei celule din organism fiind implicate în toate procesele de funcționare ale acestuia, este importantă cunoașterea cantităților de proteine de origine vegetală existente în fiecare aliment, deoarece necesarul zilnic este 1g/kg corp în funcție de sex și vârstă, iar fructele de ardei iute au în compoziția lor și cantități mici de proteină. [5,6]

Consumul de ardei iute combate cancerul, stimulează pancreasul și ajută la funcționarea plămânilor. Nu în ultimul rând, ardeiul iute e folosit cu succes în curele de slăbire, ajutând la pierderea kilogramelor. El ajută la stimularea metabolismului, prin acțiunea pe care o are asupra structurii venoase. Ardeiul iute este unul dintre cele mai potrivite remedii pentru hipertensiunea arterială, curățând arterele și contribuie la diminuarea valorilor

blood pressure, cleans arteries and has contribution in decrease of bad cholesterol or triglycerides. [7]

Given that the cardiovascular diseases are the first cause of death on globe, the properties of pepper are particularly important.

Pepper is beneficial both for stomach and gastrointestinal tract, because it stimulates the peristaltic movement, helps to eliminate feces and contributes at the construction of stomach tissue, easing the heal of stomach injuries and intestinal ulcers. [5]

When pepper is consumed, it triggers a heat sensation in the whole body and for this reason it was recommended in case of frostbites. Sharply and spicy, pepper is added in different types of tasty food from all over the world.

MATERIALS AND METHOD

To emphasize the beneficial qualities that pepper fruits have for consume, ten local pepper populations from Ianca area from Olt County were chosen to be studied and a series of determinations regarding vitamin C, carotene, acidity and protein content were made [4]. A great deal of importance was given to the preparation of the samples for analysis, because the methods used at determination as well as the reagents that were used create a toxic environment for unprotected work.

The preparation of samples for analysis

Before establishing the schedule of analysis that follow to be made, the pepper fruits are examined in order to verify if they are healthy, they must not have impurities (leaves, soil particles), they are numbered for every variant and they are stored in paper soffits after they had been grinded in order to dry.

Determination of vitamin C and acidity in the laboratory

The vitamin C from the pepper is destroyed fast by boiling. In 100 g of pepper are found 80-300 mg of vitamin C on the average, the necessary daily dose of vitamin C.

The method for vitamin C(volumetric)

5 g of fresh substance from the sample plant are powdered and washed with 50 ml of hydrochloric acid 2%, in large glasses of 250ml by filtration. 10 ml of extract are taken 5 ml IK 1%; 5 ml HCl 2%; 30 ml of distilled water; 2-3 drops of starch. It is titrated with potassium iodide 0.001 n and a slightly blue color results. The results of titration are multiplied by a coefficient of 8.8. The result is expressed in mg of ascorbic acid/100g of fresh substance (mg %).

The method for acidity(volumetric)

5 g of fresh substance of sample plant are powdered and washed with 25-25 ml distilled water and then the solution is moved in 50 ml balloons.

This solution is boiled for 30 minutes at 80°C and brought to mark (50 ml). It is filtered. Other balloons or glasses are prepared, 10 ml of extract and 2-3 drops of phenolphthalein are poured and this solution is titrated with NaOH 0.1 n, resulting an accentuated pink color.

The coefficient of malic acid is 0.0067 and the titration result is multiplied by 0.67=% malic acid.

The determination of carotene and protein(Kjeldahl)

To determine the carotene content from the pepper the chlorophyllian pigments method was used. 5g from the fresh substance from the sample plant to be analyzed are weighed and powdered very well and 25-30 ml of ethylic alcohol are poured over the powder in small glasses of 50 ml. In the next day the solution is brought at mark (50 ml) also using alcohol.

The readings are made at the photometer and the

colesterolului rău sau trigliceridelor. [7]

Având în vedere că bolile cardiovasculare sunt ucigașul numărul unu la nivel mondial, proprietățile ardeiului iute sunt deosebit de importante. Ardeiul iute este benefic atât pentru stomac cât și tractul intestinal, deoarece stimulează mișcarea peristaltică a intestinului, ajută la eliminarea fecalelor și contribuie la reconstrucția țesutului din stomac, facilitând vindecarea leziunilor stomacale și ulcerelor intestinale. [5]

Atunci când se consumă ardei iute, acesta declanșează o senzație de căldură în tot corpul, din acest motiv chiar a fost una dintre plantele recomandate în caz de degerături. Usturător și picant, ardeiul iute este adăugat în diverse feluri gustoase de mâncare din întreaga lume.

MATERIALE ȘI METODĂ

Pentru evidențierea calităților benefice pe care le au fructele de ardei iute pentru consum, au fost luate în studiu 10 populații locale de ardei iute din zona Ianca, Județul Olt și au fost efectuate o serie de determinări privind conținutul de vitamina C, caroten, aciditate și proteină [4]. O importanță deosebită a fost acordată pregătirii probelor pentru analiză, deoarece metodele folosite la determinări, cât și reactivii folosiți creează un mediu toxic pentru munca neprotejată.

Pregătirea probelor pentru analiză

Înainte de stabilirea programului de analize ce urmează a se efectua, fructele de ardei sunt examinate dacă sunt sănătoase, să nu aibă impurități (frunze, particule de sol), numerotate pentru fiecare variantă și depozitate în scafe de hârtie după ce au fost mărunțite pentru uscare.

Determinarea Vitaminei C în laborator și acidității

Vitamina C din ardei se distruge rapid prin fierbere, în 100 g de ardei iute se găsesc în medie între 80 și 300 mg vitamina C.

Metoda de lucru pentru Vitamina C (volumetrică)

Se mojarază 5 g, substanță proaspătă din planta de probă și se trece prin spălare cu 50 ml acid clorhidric 2%, în pahare mari de 250 ml prin filtrare. Din extract se iau: 10 ml extract; 5 ml IK 1%; 5 ml HCl 2%; 30 ml apă distilată; 2-3 picături amidon. Se titrează cu iodat de potasiu 0,001 n, de unde rezultă o soluție de culoare ușor albastră. Rezultatele titrării se înmulțesc cu un coeficient de 8,8. Rezultatul este exprimat în mg acid ascorbic/100 g substanță proaspătă (mg %).

Metoda de lucru pentru aciditate (volumetrică)

Se mojarază 5 g, substanță proaspătă din planta de probă, și se trece prin spălare cu 25-25 ml apă distilată, după care soluția se trece în baloane de 50 ml.

Se fierb 30 de minute la 80°C și se aduc la semn (50 ml). Se filtrează. Se pregătesc alte baloane sau pahare și se pun 10 ml de extract, 2-3 picături de fenolftaleină și se titrează cu NaOH 0,1n, rezultând o soluție de culoare roz accentuat.

Coeficientul acidului malic=0,0067, iar rezultatul de la titrare se înmulțește 0,67=% acid malic.

Determinarea carotenului și proteinei (Kjeldahl)

Pentru determinarea carotenului din ardei a fost folosită metoda pigmentilor clorofilieni. Se cântăresc 5 g, din substanța proaspătă din planta de probă de analizat, și se mojarază foarte bine, peste care se pune alcool etilic 25-30 ml, în pahare mici de 50 ml. A doua zi se filtrează și se aduce la semn (50 ml) tot cu alcool.

Se fac citirile la fotocolorimetru, iar rezultatele se introduc în

results are introduced in the formula. The protein content is obtained after the nitrogen from the plant is determined.

formula de calcul. Proteina se obține după determinarea azotului din plantă.



Fig. 1 Images with peppers taken into study for making agrochemical analyses
a) cropping a local cultivar with pepper for making agrochemical analyses; b) selecting the pepper for analyses; c) preparing pepper samples for natural dry; d) final sample prepared for agrochemical determinations.

RESULTS

After performing analyses for determining vitamin C and acidity from the 10 cultivars, the best results were obtained at the cultivars 6 and 9 for vitamin C and cultivars 1 and 6 for acidity.

REZULTATE

În urma efectuării de analize pentru determinarea vitaminei C și aciditatea din cele 10 cultivare, cele mai bune rezultate au fost obținute de cultivarul: 6 și 9 pentru vitamina C, iar la aciditate s-a remarcat cultivarul: 1 și 6.

Table 1

The determination of vitamin C and acidity at the 10 local pepper cultivars

No.	Local populations	Vitamin C [mg]	Acidity [%]
1	Local cultivars from Ianca Village, Olt County	270,25	0,39
2		216,64	0,29
3		218,35	0,38
4		269,52	0,35
5		262,82	0,42
6		293,39	0,32
7		278,6	0,39
8		191,89	0,35
9		282,9	0,35
10		247,84	0,32

For determining carotene and protein from the pepper, the most significant results at the carotene belong to cultivars 1 and 5 and the highest percent of protein was noticed at cultivars 5 and 1.

La determinarea carotenului și proteinei din ardeiul iute, rezultatele cele mai semnificative la caroten au aparținut cultivarului: 1 și 5, iar cel mai mare procent de proteină s-a remarcat la cultivarul: 5 și 1.

Table 2

The determination of carotene and protein at the 10 local pepper cultivars

No.	Local populations	Carotene [mg]	Protein [%]
1	Local cultivars from Ianca Village, Olt County	5,716	15,23
2		4,214	15,06
3		4,932	14,66
4		4,581	15,41
5		5,632	14,38

6		5,631	12,79
7		4,222	12,33
8		3,988	14,21
9		4,553	12,51
10		4,082	13,69

These results obtained by biochemical determinations are necessary materials which will represent the study object for obtaining pharmaceutical products which have components obtained from pepper as active substance, knowing that the replacement of chemical-obtained products with naturist products has been tried with success.

The modern agriculture from nowadays, along with all the sectors related to it in Romania, make the scientists to do different studies and put into practice the obtained results for promoting naturists products in alimentation as well as in naturist and beauty medicine.

CONCLUSIONS

The local cultivars taken into study have reached their purpose.

After effectuating analyses for determining vitamin C and acidity from the 10 cultivars, the best results were obtained at the cultivars 6 and 9 for vitamin C and cultivars 1 and 6 for acidity.

For determining carotene and protein from the pepper, the most significant results at the carotene belong to cultivars 1 and 5 and the highest percent of protein was noticed at cultivars 5 and 1.

Because the majority of cultivars of local pepper populations behaved very well in the described location, we recommend their acceptance in the vegetable culture in order to diversify the pepper varieties existent in Romania.

REFERENCES

- [1]. Bosland P.W. (1999) - *Capsicum: Innovative uses of ancient crop*. In: J. Janick (ed) Progress in new crops. ASHS Press, Arlington.
- [2]. Ciofu R., Stan N., Popescu V., Chilom P., Apahidean S., Horgoș A., Berar V., Lauer K. F., Atanasiu N. (2003) - *Vegetable treaty*, Ceres Publishing House Bucharest.
- [3]. Enăchescu G. (1984) - *The chemical composition of the main crops. Vegetables in plant biochemistry Treaty of C. Bodea*. vol.V. Academy Publishing House, Bucharest RSR.
- [4]. Sărăcin I., Pandia O. (2010) - *Sowing for small seeds*. Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series VOL. XL /2. pg. 561-565.
- [5]. www.paprica.ro
- [6]. <http://www.mediafax.ro/>
- [7]. www.semillas.de/cgi-bin/shop_en/shop.cgi?shop

Aceste rezultate obținute prin determinări biochimice, sunt materiale necesare care vor face obiectul de studiu pentru obținerea unor produse farmaceutice care au ca substanță activă componentele obținute din ardeii iute, știind că se încearcă cu succes înlocuirea produselor obținute pe cale chimică cu produse naturiste.

Agricultura modernă din ziua de astăzi împreună cu toate sectoarele aferente din țara noastră, fac ca cercetătorii să facă diferite studii și să pună în practică rezultatele obținute pentru promovarea produselor naturiste atât în alimentație cât și în medicina naturistă și cea cosmetică.

CONCLUZII

Cultivarele locale luate în studiu au reușit să atingă scopul propus.

În urma efectuării de analize pentru determinarea vitaminei C și aciditatea din cele 10 cultivare, cele mai bune rezultate au fost obținute de cultivarul: 6 și 9 pentru vitamina C, iar la aciditate s-a remarcat cultivarul: 1 și 6.

La determinarea carotenului și proteinei din ardeii iute, rezultatele cele mai semnificative la caroten au aparținut cultivarului: 1 și 5, iar cel mai mare procent de proteina s-a remarcat la cultivarul: 5 și 1.

Deoarece majoritatea cultivarelor de populații locale de ardei iute s-au comportat foarte bine în locația descrisă, recomandăm ca acceptarea lor în cultura de legume, pentru diversificarea soiurilor de ardei existenți în țara noastră.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bosland P.W. (1999) - *Capsicum: Folosiri inovative in recoltele vechi*. În: J. Janick (ed) Progresul în recoltele noi. ASHS Press, Arlington.
- [2]. Ciofu R., Stan N., Popescu V., Chilom P., Apahidean S., Horgoș A., Berar V., Lauer K. F., Atanasiu N. (2003) - *Tratat de Legumicultură*, Editura Ceres, București.
- [3]. Enăchescu G. (1984) - *Compoziția chimică a principalelor plante de cultură. Legumele în Tratat de biochimie vegetală de C. Bodea*. vol.V. Editura Academiei RSR.
- [4]. Sărăcin I., Pandia O. (2010) - *Semănătoarea pentru semințe mici*, Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru Vol. XL/2 2010. pag. 561-565.
- [5]. www.ardei-iute.ro
- [6]. <http://www.mediafax.ro/>
- [7]. www.semillas.de/cgi-bin/shop_en/shop.cgi?shop

THE ECOLOGICAL CONTROL OF PESTS AT CABBAGE USING ARTISTOLOCHIA CLEMATITIS PLANTS / COMBATEREA ECOLOGICĂ A DĂUNĂTORILOR DIN CULTURA DE VARZĂ - FOLOSIND PLANTE DE ARISTOLOCHIA CLEMATITIS

Dr. Jianu Sorin

DSVSA Mehedinți

Tel: 0744698159; E-mail: jnsorin@yahoo.com

Abstract: In the modern society of today, consuming natural products is not a hobby anymore but became a necessity for us in terms of health, because an unhealthy feeding system can make us sick.

The concerns regarding human health has led to extending several types of „organic” or „bio” crops, case in which chemical insecticides use is completely forbidden. Therefore, for ecological vegetable cultures, finding alternative non-pollutant methods for fighting against insects and cryptogamic diseases became a must.

Thus, this study is aimed to make the analysis of effects of decoctions obtained from the *Aristolochia Clematidis* plants which can be found in the spontaneous flora of Romania, unpretentious plant in terms of soil and climate, which can combat one of the most frequent pests met in cabbage cultures: cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.), cabbage fly (*Delia brassicae*), cabbage butterfly (*Pieris brassicae*).

The results obtained represent an encouraging start in using bioinsecticides based on *Aristolochia Clematidis* plants for protecting cabbage ecological cultures.

Keywords: ecological control, cabbage damaging pests, bioinsecticides, aristolochic acid

INTRODUCTION

There are cultivated approximately 250,000 species of vegetables worldwide and over 60 species in Romania. Even if these cultures cover relatively limited areas (approximately 2% out of arable land) and the production workflow exceeds 10% from the vegetable production, vegetable growing representing an important segment of national wealth which must be kept and continually extended. [6]

As a general rule, in order to apply efficient control treatments it is necessary to thoroughly know the plant biology, as well as the pathogen agents of diseases and pests which can provoke considerable damages.

In Romania, for cabbage, numerous species of pests (approx.62) and pathogens (approx.12) were described. The attack of different species is manifested:

- in seed bed, especially by diseases and soil pests (plants rot, mildew, mole cricket etc.);
- after planting the seedlings by specific diseases and pests (cabbage aphid, plants fleas, blue lady-bug, dry rot, etc.);

- during the growing period by pests that follow each other or overlap (*Brevicoryne brassicae*, *Pieris brassicae*, *Mamestra brassicae*) [1].

Brevicoryne brassicae L., *Pieris brassicae* and *Mamestra brassicae* represent one of the most dangerous pests which cause great damages to cabbage crops.

For ecological combat treatments a plant from the spontaneous flora was chosen- *Aristolochia Clematidis*. It has been one of the very disputed plants in time because of the beneficial effects it can have on the organism in treating various diseases (immunity enhancing, fighting against infections, hepatitis, cancer), but being very toxic because of the high content of aristolochic acid which in

Rezumat: În societatea modernă de astăzi, consumul de produse naturale nu mai este un hobby, ci a devenit o necesitate, multi dintre factori de îmbolnăvire datorandu-se unei alimentații nesănătoase.

Grija față de sănătatea omului a condus la extinderea mai multor tipuri de culturilor agricole în sistem „organic” sau „bio”, situație în care utilizarea insecticidelor chimice este interzisă cu desăvârșire. Aceasta a impus și în cazul culturilor ecologice de legume, găsirea de metode alternative, nepoluante, pentru combaterea insectelor și a bolilor criptogamice.

În lucrare se prezintă analiza efectelor utilizării unor decocturi obținute din plantele de *Aristolochia Clematidis* (mărul lupului), pentru combaterea ecologică a principalilor daunatori din cultura de varză: păduchele cenușiu al verzei (*Brevicoryne brassicae* L.), musca verzei (*Delia brassicae*) și fluturele alb (*Pieris brassicae*).

Rezultatele obținute constituie o premiza încurajatoare în vederea utilizării bioinsecticidelor pe baza de marul lupului pentru protecția culturilor ecologice de varză.

Cuvinte cheie: combatere ecologică, daunatori varză, bioinsecticide, marul lupului.

INTRODUCERE

La nivel mondial se cultivă aproximativ 250 mii de specii legumicole iar în România peste 60 de specii. Deși ocupă suprafețe relativ restrânse (aprox. 2 % din arabil) iar volumul producției realizate depășește 10 % din totalul producției vegetale, legumicultura reprezintă un important segment al avuției naționale ce trebuie păstrat și extins continuu. [7]

În general pentru aplicarea unor tratamente eficiente de combatere este necesară o bună cunoaștere a biologiei plantei ce se protejează, precum și a complexului de specii format din bolile și daunatorii specifici.

Pentru varză, în România, au fost descrise numeroase specii de daunatori (aprox.62) și de agenți patogeni (aprox.12). Atacul diferitelor specii se manifestă astfel:

- în răsădita în special prin bolile și daunatorii de sol (putregaiul plantelor, mana, coropisnita etc.);
- în faza de după plantare a răsădurilor prin boli și daunatori specifici (musca verzei, afide, purci, gargarita albastră, putregai uscat etc.);
- în perioada de vegetație prin daunatori care se succed sau se suprapun (păduchele cenușiu al verzei, buha verzei, fluturele alb al verzei etc.) [1].

Păduchele cenușiu al verzei (*Brevicoryne brassicae* L.), musca verzei (*Delia brassicae*) și fluturele alb (*Pieris brassicae*) reprezintă unii dintre daunatorii ce produc mari pagube culturilor de varză.

Pentru combaterea lor ecologică a fost aleasă o plantă din flora spontană - marul lupului (*Aristolochia clematidis*). Această plantă este utilizată încă din cele mai vechi timpuri datorită efectelor benefice pe care le poate avea asupra organismului uman în tratarea diferitelor boli sau maladii (stimulator imunitar, infecții, hepatită, cancer etc.). Administrarea sa orală, trebuie făcută sub strictă supraveghere medicală, deoarece conținutul ridicat de acid

inappropriate quantities becomes toxic, leading to death. [5,6].

These plants can assure their own protection against diseases and pests because of the bio-synthesis of active ingredients (volatile oils, flavonoids) contained and the sharp odor sensed from the distance. The treatments or the preparations from these plants (decoctions or macerates) lead to combat of insects [2, 3,4].

MATERIALS AND METHOD

The researches were made in Ianca Village from Olt County in a private household in 2013 and biological material from local populations was used. Six identical cultivars with cabbage were used. At the beginning of April, when the soil temperature was 8°C in every cultivar were planted 30 cabbage seedlings, using randomized blocks method.

When planting, the cabbage seedlings had 46-48 days, 12-14 cm height and 5-6 formed leaves before planting.

In the period following planting the plants growing was monitored, aiming to fill the cultivating gaps, from the same seedlings used at cultivars establishment. Experimental plots were numbered from 1 to 6.

In table 1 are presented the planting and gap filling periods such as the number of plants replaced from each plots.

aristolochic poate provoca intoxicatii grave sau chiar deces, in cazul depasirii dozelor prescrise.[5,6]

Datorita continutului ridicat de principii active (uleiuri volatile, alcaloizi, etc.) care au efect antibiotic si stimuleaza fagocitoza, precum si datorita mirosului specific, marul lupului este rezistent la bolile si dăunătorii plantelor. De aceea, anumite decocturi sau macerate preparate din el pot fi utilizate pentru combaterea unor insecte.[2,3,4]

MATERIALE ȘI METODA

Cercetarile s-au desfășurat în comuna Ianca, județul Olt, într-o gospodărie particulară, în anul 2013. Utilizandu-se material biologic provenit din populații locale, s-au amenajat 6 parcele experimentale identice. La începutul lunii aprilie, cand temperatura solului a fost de 8°C, in fiecare parcela s-au plantat 30 de răsaduri de varză, după metoda blocurilor randomizate. In momentul plantarii rasadurile de varza aveau: varsta de 46-48 de zile, 12-14 cm înălțime și 5-6 frunze formate. In perioada de dupa plantare, s-a urmarit evolutia plantelor, completandu-se golurile aparute cu răsaduri din cele folosite la înființarea parcelelor.

Parcelele experimentale au fost numerotate de la 1-6.

In tabelul 1 sunt prezentate perioadele de plantare si de completare a golurilor, precum si nr. de plante inlocuite, din fiecare parcela.

Table 1

Plantation and completion of gaps from the cabbage cultivars

Cabbage cultivar	Time of plantation	Dried plants after 5 days from plantation	Gaps filling
1	03-04-2013	5	5
2	08-04-2013	1	1
3	06-04-2013	2	2
4	04-04-2013	4	4
5	05-04-2013	3	3
6	07-04-2013	2	2

The soil where the cultivars were made is a cambic chernozem type and the soil samples were taken from a deepness of 0-20 cm in order to make the agrochemical analyses (table 2).

Solul pe care au fost inițiate parcelele experimentale este tip cernoziom cambic. Prelevarile de sol pentru analize au fost efectuate pana la o adancime de 20cm, caracteristicile agrotehnice fiind prezentate in tabelul 2.

Table 2

Determining chemical properties of cambic cernoziom harvested from the vineyard 20 cm deep

No sample.	pH	Nt	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ah	SB	Hummus
1.	7,5	0,235	4,2	14,9	2,82	19,3	2,23
2.	7,35	0,226	5,5	15,5	2,81	18,6	2,18
3.	7,67	0,242	5,3	14,9	2,90	19,8	2,35
4.	7,6	0,240	4,3	16,9	2,88	19,9	2,32
5.	7,8	0,248	3,9	18,6	2,98	19,9	2,41
6.	7,71	0,241	5,6	21,7	2,92	19,7	2,38

Around 1,3,5,6 plots, *Aristolochia Clematitis* was planted, in order to ensure the necessary protection. (Plots 2 and 4 were not enclosed by protection plants.)

Because weed control is one of main agrotechnical preventing methods against pests[1], during the testing period, 3 manual hoeing operations were performed in all plots. In the same period, the soil humidity is maintained steady at an optimum level.

For emphasizing the effect of *Aristolochia clematitis* plant on the attack of the three mentioned pests, three types of decoction were used.

The preparation of the three decoctions:

Decoction 1 was obtained from: *Aristolochia Clematitis* 100g fresh roots which were washed before, being grinded and mixed with 1l of hot water for 30 minutes. After cooling, this preparation was pulverized on the infested cultivars.

In jurul parcelor 1,3,5,6 a fost plantat marul lupului, pentru protectie. (Parcele 2 si 4 nu au fost ingradite cu plantele de protectie.)

Deoarece combaterea buruienilor reprezinta una din metodele agrotehnice de prevenire a atacurilor daunatorilor[1], in perioada de experimentare s-au efectuat manual 3 prasile in toate parcelele experimentale. In aceeasi perioada umiditatea solului a fost mentinuta constant la un nivel optim.

Pentru evidentierea efectului plantei *Aristolochia clematitis* asupra atacurilor celor 3 daunatori, mentionati anterior, s-au preparat si utilizat trei tipuri de decoct.

Decoctul 1 a fost obtinut din 100 g de radacina de marul lupului si 1l de apa. Amestecul a fost fiert timp de 30 min.(Radacina utilizata a fost spalata si maruntita in prealabil).

Decoctul 2 a fost obtinut din 100g tulpina de marul lupului si 1l de apa. Amestecul a fost fiert timp de 30

Decoction 2 was made from 100 g *Aristolochia Clematidis* stems which after grinding were boiled for 30 minutes in 1l of water and let to cool.

Decoction 3 was made by mixing all parts of the plant (roots, leaves and stems)-100g in which after boiling in 1l of water and cooling, 250 g soft soap was added to obtain an immediate effect for sucking and soft-skinned insects. This solution can be pulverized or spread over the plant in a concentration of 1 liter at 10 liters of water.

In fig. 1 are presented aspects during the harvesting of *Aristolochia clematidis* and decoction preparation.

min.(Tulpina utilizata a fost spalata si maruntita in prealabil).

Decoctul 3 a fost obtinut din 100g de planta (radacina, tulpina si frunze) marul lupului si 1l de apa. Amestecul a fost fiert timp de 30 min.

Decocturile 1 si 2 au fost pulverizate dupa racire pe plante. In decoctul 3 dupa răcire a fost adăugat un săpun moale (250g), pentru a se obține un efect imediat împotriva insectele sugătoare și a celor cu tegumentul moale. Soluția formată din decoctul 3 si sapun a fost administrata pe plante în concentrație de 10%.

In fig.1 se prezinta aspecte din timpul recoltarii plantei marul lupului (*Aristolochia clematidis*) si al preparii decocturilor.



Figure 1 - Harvesting and preparation of the three decoctions from *Aristolochia clematidis* plants

RESULTS

Aristolochia clematidis plants have a large growing period and blossom in April-May, releasing a specific odor, powerful enough to remove the cabbage *Pieris brassicae* from experimental plots.

In Table 3 and 4 the treatments with decoction applied against *Brevicoryne brassicae* and *Delia brassicae* are presented.

It has been found that following treatments applying, the cabbage plants attacked by pests importantly diminished.

REZULTATE

Plantele marul lupului (*Aristolochia clematidis*) au o vegetație volumică mare și înfloresc în lunile aprilie-mai, degajând un miros specific. Acesta a fost suficient de puternic pentru îndepărtarea fluturului alb al verzei (*Pieris brassicae*), din parcelele experimentale.

În tabele 3 și 4 se prezintă tratamentele cu decocturi aplicate împotriva paduchelui cenușiu ale verzei (*Brevicoryne brassicae*) și împotriva muștei verzei (*Delia brassicae*). S-a constatat că în urma aplicării tratamentelor a scăzut în mod evident numărul plantelor de varză atacate de dăunători.

Table 3

The decoction appliance at the apparition of *Brevicoryne brassicae* L (cabbage aphid)

Observations	Cabbage cultivar I	Cabbage cultivar II	Cabbage cultivar III	Cabbage cultivar IV	Cabbage cultivar V	Cabbage cultivar VI
The first decoction applied at:	14.04.2013 Low infestation. 10 attacked plants	18.04.2013 The first signs of ill plants appear. 20 attacked plants.	16.04.2013 Low infestation. 9 attacked plants.	14.04.2013 The first signs of ill plants appear. 18 attacked plants.	15.04.2013 Low infestation. 11 attacked plants.	17.04.2013 Low infestation. 8 attacked plants
The second decoction applied at:	28.04.2013 5 attacked plants	27.04.2013 16 attacked plants	26.04.2013 6 attacked plants	29.04.2013 14 attacked plants	26.04.2013 7 attacked plants	30.04.2013 4 attacked plants
The third decoction applied at:	10.05.2013 2 attacked plants	15.05.2013 8 attacked plants	17.05.2013 3 attacked plants	11.05.2013 6 attacked plants	13.05.2013 3 attacked plants	14.05.2013 2 attacked plants

Table 4

The decoction appliance at the apparition of *Delia brassicae* (cabbage butterfly)

Observations	Cabbage cultivar I	Cabbage cultivar II	Cabbage cultivar III	Cabbage cultivar IV	Cabbage cultivar V	Cabbage cultivar VI
The first decoction applied at:	-	28.05.2013	-	27.05.2013	-	-
The second decoction applied at:	-	05.06.2013	-	06.06.2013	-	-
The third decoction applied at:	-	-	-	-	-	-

CONCLUSIONS

Experiments have emphasized the insecticide effect of *Aristolochia clematitis* plant as well as preparations made of it.

Therefore, it has found that only by enclosing the experimental plots with *Aristolochia clematitis* were obtained very good results in controlling infestation with *Pieris brassicae*. Furthermore, the protected plots(1,3,5,6) were less liable to be attacked by *Brevicoryne brassica* and *Delia brassicae* comparing to unprotected plots (2 and 4).

Following applying the three types of decoction it resulted taht decoction 1 and decoction 3 have had the best results in fighting against cabbage pests.

Results were favourably influenced by tillage works aimed to maintain the cabbage crop.

Results obtained represent an encouraging step in view of using *Aristolochia clematitis* in pests control in ecological cabbage crops.

Keeping doing researching studies will enable to elaborate new technologies related to *Aristolochia clematitis*, as well as recipes of substances, so that the plant insecticide features be efficiently capitalized for fighting against cabbage pests.

REFERENCES

- [1] Baicu T., Savescu A. (1986) Systems of integrated control of crops deseases and pests, Ed. Ceres Publishing, Bucharest;
- [2]. Boguleanu Gh. Bobarnac B. et all. (1980). Agricultural Entomology. Ed.Did.&Ped Publishing. Bucharest.
- [3]. Ciochia V. (1986). Biological control of pests-essential link in ecosystems protection, Brasov.
- [4]. Ciochia, V, Isac, Gr., Stan Gh., (1993) Technologies of industrial increasing of several species of insects used for fighting against agricultural crops pests. Bucuresti, Edit. Ceres Publishing, Integrated fighting against deseas, weeds and pests of agricultural crops. Ed. Didactica si Pedagogica Publishing, Bucharest.
- [5]. Matoșă E., (2003). Agronomic characterization of local populations of vegetables collected in western country. Symposium regarding the management of vegetal resources, Szeged.
- [6]. Pandia O., Saracin I., Bozga I. (2012). Proposals on technology of moving *Aristolochia clematitis* L. (Birthwort) from the spontaneous system of growth in the cultivated system. Scientific papers series A Agronomy. vol. LVI. Bucharest. pg. 402-405.
- [7]. Poșta Gh. (2008). Legumicultură. Editura Mirton. Timișoara.

CONCLUZII

Experimentările au evidențiat efectul insecticid al plantei marul lupului *Aristolochia clematitis* cat si al preparatelor realizate din ea.

Astfel s-a constatat ca numai simpla protejare a parcelelor experimentale, prin ingradire cu marul lupului a avut ca efect respingerea atacului fluturului alb al verzei (*Pieris brassicae*). In plus, s-a constatat ca parcelele protejate (1,3,5,6) au fost mai putin atacate de paduchele cenușiu ale verzei (*Brevicoryne brassica*) și de musca verzei (*Delia brassicae*), decat parcelele neprotejate (2 si 4).

In urma aplicărilor cu cele trei tipuri de decoct s-a constatat ca decoctul 1 si decoctul 3 au înregistrat cele mai bune rezultate privind combaterea daunătorilor verzei.

Rezultatele au fost influentate favorabil de lucrarile efectuate pentru intretinerea culturii de varza.

Rezultatele obtinute reprezinta o premiza incurajatoare in vederea utilizării plantei marului lupului in combaterea daunătorilor din culturile ecologice de varza.

Continuarea cercetărilor va crea posibilitatea elaborării unor tehnologii privind cultivarea marului lupului, cat si a unor rețete de preparate, astfel incat proprietățile insecticide ale plantelor de *Aristolochia clematitis* sa fie cat mai eficient utilizate pentru combaterea daunătorilor din culturile ecologice de varza.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Baicu T., Savescu A. (1986) Sisteme de combatere integrată a bolilor si daunătorilor pe culturi, Ed. Ceres, Bucuresti;
- [2]. Boguleanu Gh. Bobarnac B. si colab. (1980). Entomologie agricola. Edit. Did. si Ped. Bucuresti.
- [3]. Ciochia V. (1986). Combaterea biologica a daunătorilor veriga esentiala a protecției ecosistemelor. Brasov.
- [4]. Ciochia, V, Isac, Gr., Stan Gh., (1993) Tehnologii de crestere industrială a catorva specii de insecte auxiliare folosite in combaterea biologica a daunătorilor. Bucuresti, Edit. Ceres., Combaterea integrată a bolilor, buruienilor si daunătorilor culturilor agricole. Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti.
- [5]. Matoșă E., (2003). Caracterizarea agronomică a unor populații locale de legume colectate în vestul țării. Simpozion privind managementul resurselor vegetale. Szeged.
- [6]. Pandia O., Saracin I., Bozga I. (2012). Propuneri privind tehnologia de mutare a *Aristolochia clematitis* L. (Marul lupului) din sistemul de crestere spontană in sistemul cultivat. Agronomy. vol.LVI. București. p.402-405.
- [7]. Poșta Gh. (2008). Legumicultură. Editura Mirton. Timișoara.

ASPECTS REGARDING THE CURRENT SYSTEMS FOR COMPOSTING ORGANIC WASTE

ASPECTE PRIVIND SISTEMELE ACTUALE DE COMPOSTARE A DEȘEURILOR ORGANICE

Ph.D. Stud. Eng. A. Zaica, Ph.D. Ciupercă R., Ph.D. Nedelcu A., Ph.D. Popa L.,
Ph.D. Stud. Eng. Ștefan V., Ph.D. Stud. Eng. Lazăr G., Ph.D. Stud. Eng. Zaica Al.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 0212693250; E-mail: acanpeanu@yahoo.com

Abstract: The degradation of biodegradable substances is a natural process of decomposition, but when it comes to influencing by controlling this process, we speak about composting and final product of aerobic biological treatment as compost results. The paper presents aspects of the potential of recycling of wastes through composting process in the current systems and technologies based on specialized stations for safe use in agriculture.

Keywords: composting, environment, organic waste.

INTRODUCTION

In the current context of a continuous population growth and limiting waste storage spaces for community, of which only a small part are satisfying the conditions in terms of the environment and human health, the generated waste management has become a real problem. There are currently numerous ways to eliminate biodegradable waste (organic waste), with or without energy recovery, of which the most commonly used are:

- *Heat treatment of advanced/burning* (pyrolysis, gasification), in which organic materials are degraded to medium or high temperature, yielding a solid (coal) material and the synthesis gas both products requiring the removal of both products;
- *Autoclaving* applies particularly medical waste, which is a pre-treatment process to sterilize them before final disposal;
- **Composting**, is applied to gardening and organic waste from food debris, consisting of landfill in the presence of aerobic microorganisms. To ensure optimum composting conditions must be monitored some parameters such as temperature, humidity, organic mass, oxygen concentration, porosity of the material, carbon and nitrogen content of the waste.
- *Mechanical and biological treatment*, which is a process of pre-treatment of Community waste prior to disposal or re-processing. The main purpose is to separate waste stream into several parts to enable further recycling and recovery.
- *Storage* is a removing method the least liked, given the large storage space required, the impact on the environment (soil, groundwater, air) and unpleasant odor generated. This method does not involve recovery of materials.

In the context described above, the European Union has established some clear targets to reduce the amount of organic waste disposed to landfill by 65% by 2014, and some European countries have even banned completely untreated organic waste storage. These objectives are aimed at protecting the environment, increase energy independence against imports of the need to diversify energy supply sources, and not least

Rezumat: Degradarea substanțelor biodegradabile reprezintă un proces natural de descompunere, dar atunci când se intervine controlat influențând acest proces vorbim de producerea compostului și rezultă produsul final al tratării biologice aerobe ca fiind compostul. În lucrare se prezintă aspectele valorificării potențialului de reciclare a deșeurilor prin procesul de compostare în cadrul sistemelor și tehnologiilor actuale ce au la baza stații specializate pentru o utilizare sigură în agricultură.

Cuvinte cheie: compostare, protecția mediului, deșeuri organice.

INTRODUCERE

În contextul actual a unei continue creșteri demografice, precum și a limitării spațiilor destinate depozitării deșeurilor comunitare, dintre care doar o mică parte îndeplinesc condiții ce se impun din punctul de vedere al protecției mediului și sănătății populației, astfel managementul deșeurilor generate a devenit o reală problemă. Există la ora actuală numeroase modalități de eliminare a deșeurilor biodegradabile (deșeuri organice), cu sau fără valorificare energetică, dintre care cel mai frecvent utilizate sunt următoarele:

- *Tratarea termică avansată/incinerarea* (piroliza și gazeificarea), prin care materialele organice sunt degradate la temperaturi medii sau ridicate, rezultând un material solid (cărbune) și gaz de sinteză, ambele produse necesitând eliminarea;
- *Autoclavarea*, se aplică în special deșeurilor medicale, care este un proces de pre-tratare a acestora în vederea sterilizării, înainte de depozitarea finală;
- **Compostarea**, se aplică pentru deșeurile organice din grădinarit și pentru resturile alimentare, constând în descompunerea deșeurilor în prezența microorganismelor aerobe. Pentru asigurarea unor condiții de compostare optime trebuie urmăriți unii parametri precum temperatura, umiditatea masei organice, concentrația de oxigen, porozitatea materialului, conținutul de carbon și de azot din deșeu.
- *Tratarea mecano-biologică*, care este un proces de pre-tratare a deșeurilor comunitare înainte de eliminare sau re-procesare. Scopul principal îl reprezintă separarea fluxului de deșeuri în mai multe părți componente pentru a da posibilitatea de reciclare și recuperare ulterioară.
- *Depozitarea* este metodă de eliminare cel mai puțin agreată, având în vedere spațiile mari de depozitare necesare, impactul asupra mediului (sol, ape subterane, aer) și mirosul dezagreabil generat. Aceasta metodă nu implică recuperarea materialelor.

În contextul descris mai sus Uniunea Europeană a stabilit anumite ținte clare privind reducerea cantității de deșeuri organice depozitate la gropile de gunoi, cu 65% până în anul 2014, iar unele state europene chiar au interzis complet depozitarea deșeurilor organice netratate. Aceste obiective urmăresc protecția mediului, creșterea independenței energetice față de importuri, de necesitatea diversificării surselor de aprovizionare cu energie, și nu în

by economic and social reasons.

By *composting* it means all the microbial biochemical, chemical and physical transformations, to which the organic vegetable and animal waste are subject, from their initial state until reaching the various stages of humification, state qualitatively different from the original product feature new formed, called compost.

The purpose of *composting* is considerable reduction of waste streams for recycling legislation respecting storage / recycling it to obtain a material recovered, depending on features, agriculture and land improvement works, namely soil. Composting of municipal solid waste recycling is applied according to GEO 78/2000 on waste and Law. 426/2001 approving Government Emergency Ordinance 78/2000 and establish conditions and mode for biodegradable waste composting facilities, monitoring emission control devices and general elements specific to the activity of the competent environmental authority (authorization and control).

MATERIAL AND METHOD

Composting is the decomposition and transformation of solid organic substances by microorganisms (mainly bacteria and fungi) in a stable material, which can be used in agriculture. The process is controlled in terms of acceleration of decomposition, optimization of efficiency and minimizing environmental and people impact may apply green waste and municipal solid waste and is conducted in two phases: mechanical treatment and decomposition (fermentation). It is also the process for the microbiological degradation under aerobic / anaerobic organic materials, forming CO₂, water and humic substances, Figure 1.

ultimul rând din motive economice și sociale.

Prin *compostare* se înțelege totalitatea transformărilor microbiene, biochimice, chimice și fizice pe care le suferă deșeurile organice, vegetale și animale, de la starea lor inițială și până ajung în diferite stadii de humificare, stare calitativ deosebită de cea inițială, caracteristica produsului nou format, denumit *compost*.

Scopul *compostării* este diminuarea considerabilă a fluxurilor de deșeuri spre depozitare respectând legislația în domeniul reciclării/revalorificării pentru obținerea unui material valorificabil, în funcție de caracteristici, în agricultură sau lucrări de îmbunătățiri funciare și anume ameliorarea solului. Compostarea deșeurilor urbane solide reciclabile se aplică în conformitate cu prevederile OUG 78/2000 privind regimul deșeurilor și Legea nr. 426/2001 pentru aprobarea OUG 78/2000 și stabilește condițiile de lucru și regimul de funcționare pentru instalațiile de compostare a deșeurilor biodegradabile, controlul instalațiilor de monitorizare a emisiilor, precum și elemente generale specifice activității desfășurate de autoritatea competentă pentru protecția mediului (autorizare și control).

MATERIAL ȘI METODĂ

Compostarea este procesul de descompunere și transformare a substanțelor organice solide de către microorganisme (în principal bacterii și fungi) într-un material stabil, care poate fi valorificat în agricultură. Procesul este controlat în ceea ce privește accelerarea descompunerii, optimizarea eficienței și minimizarea impactului asupra mediului și populației, se poate aplica deșeurilor verzi și deșeurilor solide municipale și se desfășoară în două faze: *tratarea mecanică* și *descompunerea* (fermentarea). De asemenea, reprezintă procesul de degradare microbiologică, în condiții aerobe/ anaerobe a materialelor organice, cu formare de CO₂, apă și substanțe humice, fig.1.



Fig. 1 – Factors and conditions that favor the achievement of the composting process

Waste That Can Be Biologically Treated (Composted) Are Mainly The Following: Biodegradable Fraction Of Domestic Waste; Garden And Park Waste; Complex Markets And Food Waste; Biodegradable Residues In

Deșeurile care pot fi tratate biologic (compostate) sunt, în principal, următoarele: fracția biodegradabilă din deșeurile menajere și asimilabile; deșeuri din grădini și parcuri; deșeuri din piețe și complexe alimentare; resturi

The Food Industry; Sludge From Urban Wastewater Treatment Plants.

Fermentation [1]

1. The main factors that favor aerobic fermentation:

The oxygen in the air, the amount of air which provides the oxygen needed for the fermentation of the household waste is treated mechanically 4.5 ... 5 l. air per kg of dry matter (at 45% humidity waste) and per hour.

Aeration can be done by several systems, according to the process of composting adapted as follows:

- simple aeration, by inverting the compost heaps (for composting on outdoor platforms);
- introducing air through perforated pipes (in the case of composting piles);
- introduction of cold or warm fermentation chambers; by making a slight depression in the fermentation chamber;
- the continuous mixing by means of special equipment.

These systems can be combined.

Water, depending on the amount of organic matter existing in the waste, moisture percentage optimum for fermentation must be as follows:

- when the waste organic matter content is <50%, humidity should be about 45%;
- the organic matter content > 50% humidity should be about 50 ... 55%.

To control the fermentation process, it is necessary that the composted material to be protected from rain, because too much humidity can lead to specific phenomena anaerobic fermentation.

The composition of waste is an important factor in triggering the fermentation process. If the waste has a high share into fermentable material and the ambient temperature is high, it triggers the composting process and it can take place quickly and appropriately, if led well by introducing the necessary amount of air. However, if the waste has a low load of organic substances (especially during winter) fermentation is delayed and introducing additional air, only harm the fermentation process (emergence and development of odors).

2. Factors that favor aerobic fermentation are:

- the homogeneity of the mixture;
- waste grain undergo fermentation;
- how to place waste ground in piles or containers fermentation;
- slowing the rate of temperature rise.

3. Aerobic fermentation phases

Compost can be used in agriculture only as finished (cured). Waste freshly ground are very active and can be used sometimes as hot beds for winter crops or spring. Swept composted waste are appropriate in hygienic terms and can be used in agriculture without harming to health. A compost can be considered mature when the activity of microorganisms is minimized.

The main phases that occur in the process of fermentation of the waste are as follows:

Phase I. Latent corresponds to the period of time necessary to the colonization of microorganisms in the new environment created, this phase starts practically since storage in pre-collection and collection containers and lasts until the start of temperature increase;

biodegradabile din industria alimentară; nămol rezultat din stațiile de epurare orășenești.

Fermentarea [1]

1. Factorii principali care favorizează fermentarea aerobă:

Oxigenul din aer, cantitatea de aer care asigură oxigenul necesar pentru fermentarea deșeurilor menajere tratate mecanic este de 4,5...5 l. aer pe Kg de materie uscată (la deșeurile cu umiditate de 45%) și pe oră.

Aerarea se poate face prin mai multe sisteme, conform procedurii de compostare adaptat, astfel:

- aerare simplă, prin răsturnarea grămezilor de compost (în cazul compostării pe platforme în aer liber);
- introducerea aerului prin conducte perforate (în cazul unor compostări în grămezi);
- introducerea de aer rece sau cald în camerele de fermentare; prin realizarea unei ușoare depresiuni în camera de fermentare;
- prin amestecarea continuă cu ajutorul unor utilaje speciale.

Aceste sisteme pot fi combinate.

Apa, în funcție de cantitatea de materii organice, existente în deșeurile, procentul de umiditate optim pentru fermentare trebuie să fie următorul:

- când conținutul de materii organice al reziduurilor este <50% umiditatea trebuie să fie de circa 45%;
- când conținutul de materii organice >50% umiditatea trebuie să fie de circa 50...55%.

Pentru a controla procesul de fermentare, este necesar ca materialul de compostat să fie ferit de ploaie, deoarece o umiditate prea mare poate duce la fenomene specifice fermentării anaerobe.

Compoziția deșeurilor, reprezintă un factor important în declanșarea procesului de fermentare. Dacă deșeurile au o încărcare mare în materii fermentabile și temperatura mediului este mare, procesul de compostare se declanșează rapid și se poate desfășura corespunzător, dacă este condus bine prin introducerea cantității necesare de aer. Însă, dacă deșeurile au o încărcare redusă în substanțe organice (în special în perioadele de iarnă) fermentarea este întârziată și introducerea de aer suplimentar, nu face decât să dăuneze procesului de fermentare (aparitia și dezvoltarea de mirosuri neplăcute).

2. Factorii auxiliari care favorizează fermentarea aerobă:

- omogenitatea amestecului;
- granulația deșeurilor supuse fermentării;
- modul de așezare a deșeurilor măcinate în grămezi sau în recipiente de fermentare;
- încetinire vitezei de creștere a temperaturii.

3. Fazele procesului de fermentare aerobă

Compostul nu poate fi utilizat în agricultură decât în stare finită (maturat). Deșeurile proaspat măcinate sunt foarte active și pot fi utilizate, uneori, ca paturi calde pentru culturile de iarnă, sau primăvară. Deșeurile transformate în compost maturat sunt apte din punct de vedere igienic și pot fi utilizate în agricultură fără inconveniente de ordin sanitar. Un compost poate fi considerat matur în momentul când activitatea microorganismelor este redusă la minimum.

Principalele faze care apar în procesul de fermentare al deșeurilor sunt următoarele:

I. faza latentă: corespunde perioadei de timp necesar colonizării microorganismelor în noul mediu creat, această fază începe practic din perioada de depozitare în recipiente de precolectare și colectare și durează până la începerea creșterii temperaturii;

Phase II. Growth: is the increase in temperature and depends on the composition of the waste, humidity, air;

Phase III. Thermophilic: is the period corresponding to the highest temperatures, this phase may last longer or shorter, according to actions on the environment with air or water, depending on the amount of fermentable organic matter and the degree of thermal insulation achieved. The thermophilic phase can act more effectively on fermentation.

Phase IV. Maturation or growth: corresponds to a secondary slow fermentation, favorable moisture or transformation of organic compounds into humus by the action of microorganisms.

Compost is good to be used in agriculture at the end of thermophilic phase when the product is rich in organic matter. Maturing excessive deposit results in a too advanced mineralization making it to lose its favorable effects of soil.

4. The average composition of a sample of compost

The composition of compost consisting of determining the physico-chemical characteristics aims to know the possibilities of using them in agriculture.

One factor that reflects the progress of fermentation waste is the ratio of carbon/nitrogen (C/N). The starting materials for the aerobic spoilage should be an optimal C/N of 35 to 1, because the micro-organisms preferred for the mixing ratio metabolism. After completing alteration C/N ratio should be between 15 and 20. If the C / N ratio of compost used is >20 then it will extract nitrogen from the soil, and if C/N <15 then will provide nitrogen earth.

The compost obtained can be considered good for agriculture if it has the following characteristics:

- particle size: 90% of compost is screened with 35 mm sieve;
- carbon percentage is > 5% of dry matter;
- percentage nitrogen > 0.3% of dry matter;
- C/N ratio between 20...30 in the initial waste, can result by composting in a ratio of 10...15.

II. faza de creștere: este cea de mărire a temperaturii și depinde de compoziția deșeurilor, umiditate, aer;

III. faza termofilă: reprezintă perioada corespunzătoare celei mai înalte temperaturi, această fază poate dura perioade mai lungi sau mai scurte, după cum se acționează asupra mediului cu aer sau apă, în funcție de cantitatea de substanțe organice fermentabile și de gradul de izolare termică realizat. În faza termofilă se poate acționa mai eficient asupra fermentării.

IV. faza de maturizare sau de creștere: corespunde unei fermentări secundare, lente, favorabilă umezelii, respectiv transformării unor compuși organici în humus sub acțiunea microorganismelor.

Compostul este bine să fie utilizat în agricultură la sfârșitul fazei termofile când produsul este mai bogat în substanțe organice. Maturizarea excesivă în depozit, duce la o mineralizare prea avansată a acestuia ceea ce face să-și piardă din efectele sale favorabile solului.

4. Compoziția medie a unui eșantion de compost

Determinarea compoziției compostului constând din stabilirea proprietăților fizico-chimice se face în scopul cunoașterii posibilităților de utilizare a acestora în agricultură.

Un factor care reflectă stadiul evoluției fermentării deșeurilor este raportul carbon/azot (C/N). Materiile prime pentru alterarea aerobă trebuie să aibă un raport optim C/N de la 35 la 1, deoarece microorganismele preferă acest raport de amestec pentru metabolism. După finalizarea alterării raportul C/N trebuie să fie de la 15 la 20. În cazul în care raportul C/N al compostului utilizat este >20 atunci se va extrage azotul din pământ, iar dacă raportul C/N <15 atunci se va furniza azot pământului.

Compostul obținut poate fi considerat bun pentru agricultură dacă are următoarele caracteristici:

- granulometrie: 90% din compost să fie cernut cu ciurul de 35 mm;
- procentul de carbon să fie >5% din materiile uscate;
- procentul de azot >0,3% din materiile uscate;
- raportul C/N cuprins între 20...30 în deșeurile inițiale, poate duce după compostare la un raport de 10...15.

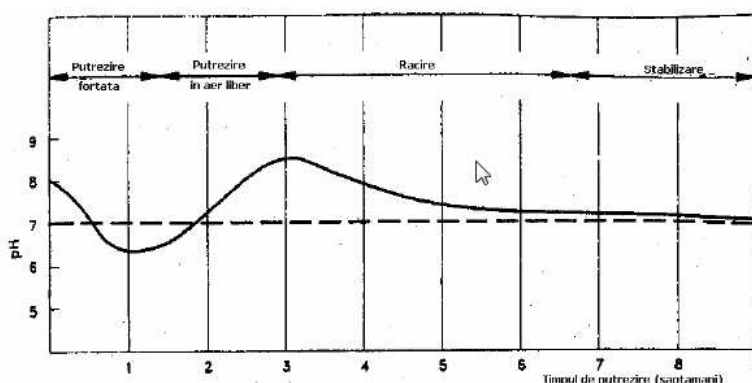


Fig. 2 - Normal course of pH during composting (altered) [4]

The pH value should be between 7...9. At the beginning of altering, the pH will decrease due to the creation of fatty acids and CO₂ production due to nitrification, but will increase again by restructuring of bacteria (Figure 2).

Running of altering process, depending on the temperature evolution, causes changes the variety of microorganisms present at the specified time are noticed.

Valoarea pH-ului trebuie să se situeze între 7...9. La începutul procedurii de alterare pH-ul va scăde datorită creării de acizi grași, producerii de CO₂ și datorită nitrificării, dar va crește iar prin restructurarea bacteriilor (fig.2).

Dezvoltarea procesului de alterare, în funcție de evoluția temperaturii, determină modificări în varietatea

At a temperature above 75°C biological processes no longer occur. Figure 3 presents the evolution of the temperature in the compost heap, so are distinguished alteration phases: phase of decomposition (1-15 days), the reconstruction phase (16-22 days) and construction phase (23-30 days).

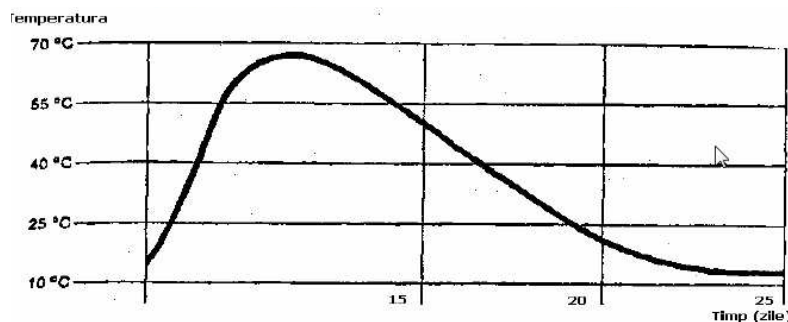


Fig. 3 - Evolution of compost heap temperature [4]

Usual compost "cold compost" supposes to put a variety of organic materials in a box or frame for compost, even in a big pile and leave them there until their decomposition (about 6 to 12 months); being a very slow process, it may be hastened by turning compost, with material above and below conversely, to mix and to increase the amount of oxygen.

Cold compost has some major drawbacks among which it does not destroy weed seeds, they will sprout when you apply compost in the garden, and does not destroy any pathogens, so if you put ill plants in the cold compost heap diseases are likely to spread in the garden, hence the recommendation to burn diseased plants and not use them for cold compost.

The other way to make compost is "hot compost" which produces compost in a much shorter time. This method has the advantage that destroy weed seeds and pathogens (disease causing) and decomposition of organic matter leads to the formation of very fine compost [3].

Composting techniques [4], which should ensure eliminating the risk of alteration of the process by: process acceleration, achieved by optimizing the conditions of alteration, and directing the aerobic process and verifying the emissions.

Worldwide are known in principle, five methods of composting the vegetable and animal waste, according to the location and manner of handling and aeration, as follows:

- A. Passive compost in open pile ;
- B. Composting on platform as ricks or piles with the use of machinery for turning, mixing and handling;
- C. Composting platform using special equipment of reworking of the pile;
- D. Aerated static piles systems using perforated pipes;
- E. Container composting system.

In Romania the most used composting methods of plant and animal waste, as long as they are used, are passive composting pile, composting open platform, the ricks or in piles using a charger with equipment for turning, mixing/handling.

microorganismelor prezente la un timp anume. La o temperatură de peste 75°C nu mai au loc procese biologice. În figura 3 este prezentată evoluția temperaturii în grămadă de compost, astfel se disting fazele de alterare: faza de descompunere (1-15 zile), faza de reconstrucție (16-22 zile) și faza de construcție (23-30 zile).

Compostul obișnuit, „compost rece”, presupune să punem o varietate de materiale organice într-o cutie sau cadru pentru compost, chiar într-o grămadă mare și să le lăsăm acolo până la descompunerea lor (cca 6 până la 12 luni), fiind un proces foarte lent, el poate fi grăbit prin întoarcerea compostului, punând materialul de deasupra dedesubt și invers, pentru a le amesteca și pentru a mări cantitatea de oxigen.

Compostul rece are unele dezavantaje majore dintre care menționăm faptul că nu distruge semințele buruienilor, vor încolți atunci când veți aplica compostul în grădină, și nu distruge nici germenii patogeni, deci dacă veți pune plante bolnave în grămadă de compost rece, există posibilitatea ca bolile să se răspândească în grădină, de unde și recomandarea de a arde plantele bolnave și a nu le folosi pentru compost rece.

Cealaltă modalitate de a face compost este „compostul fierbinte”, care produce compost într-un timp mult mai scurt. Această modalitate are avantajul că distruge semințele de buruieni și germenii patogeni (care provoacă bolile), iar descompunerea materiei organice duce la formarea unui compost foarte fin [3].

Tehnici de compostare [4], care trebuie să asigure eliminarea riscului de alterare a procesului prin: accelerarea proceselor, realizabil prin optimizarea condițiilor de alterare, dar și direcționarea procesului aerob și verificarea emisiilor.

Pe plan mondial se cunosc în principiu, cinci metode de compostare a deșeurilor vegetale și animale, după amplasare și modalitatea de manipulare-aerare, după cum urmează:

- A. Compostarea pasivă în grămadă deschisă;
- B. Compostarea pe platformă în șire sau în grămezi cu utilizarea de echipamente tehnice pentru întoarcere, amestec și manipulare;
- C. Compostarea pe platformă folosind echipamente speciale de remanieră a grămezii;
- D. Sisteme de grămezi statice aerate folosind conducte perforate;
- E. Sistem de compostare în container.

În România cele mai folosite metode de compostare a deșeurilor vegetale și animale, atât cât sunt ele utilizate, sunt: compostarea pasivă în grămadă deschisă și compostarea pe platformă, în șire sau în grămezi cu utilizarea unui încărcător cu echipament pentru întoarcere, amestec/manipulare.

Some examples of household waste storage systems and manure from farms, used in Romania, are shown in Figure 4.

Câteva exemple de sisteme de depozitare a deșeurilor menajere și dejecțiilor din ferme, utilizate în România, sunt prezentate în figura 4.



Fig. 4 - Storage systems for municipal and farm manure used in Romania

The techniques are based on two basic processes:

- *static method* is the simplest, in this process materials subject to alteration are not moved. The most important static methods are:

a. *composting stacks* can be achieved with crumbled or uncrumbled material (weakest).

Alteration in *fixed stacks* (not moving) is recommended only as preliminary alteration if technical means of aeration and watering are existing (Fig. 5).

Duration of alteration to the final compost production is 12 ... 16 weeks for composting in stacks without moving and artificial ventilation and, respectively 20 ... 25 weeks in those without artificial aeration.

Composting in *moving stacks* consists in triangular stacks (normal height 1.30 ... 1.80 m, and 2 ... 2.5 m) and trapezoidal stacks (1 m) and for systematically aired stacks can have height of 5 m. Moving is done using special equipment (fig. 6).

Tehnicile se bazează pe două procedee de bază:

- *procedeul static*, este cel mai simplu, în cadrul acestui procedee materialele supuse alterării nu sunt mutate pe timpul alterării. Cele mai importante procedee statice sunt:

a. *compostare în stoguri*, se poate realiza cu material fărâmițat sau nefărâmițat (mai dezavantajos).

Alterarea în *stoguri fixe* (fără mutare) este recomandată ca alterare preliminară numai dacă există mijloace tehnice de aerare și udare cu apă (fig. 5).

Durata de alterare până la producerea compostului final este de: 12...16 săptămâni pentru compostarea în stoguri fără mutare și cu aerisire artificială și respectiv 20...25 săptămâni la cele fără aerare artificială.

Compostarea în *stoguri cu mutare*, aici se deosebesc stoguri triunghiulare (cu înălțimi normale de 1,30...1,80 m, dar și de 2...2,5 m) și stoguri trapezoidale (1 m), iar pentru stogurile aeriste sistematic pot avea înălțimi de 5 m. Mutarea se face cu ajutorul utilajelor speciale (fig. 6).

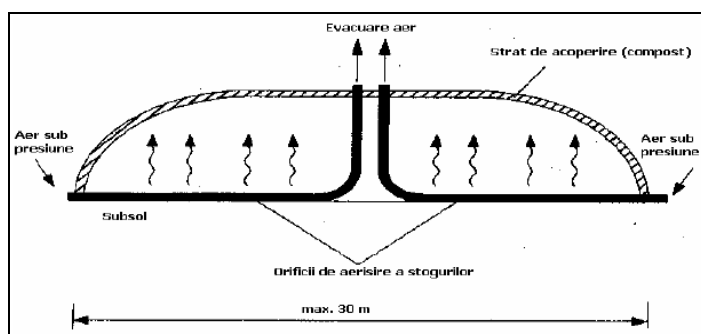


Fig. 5 - Fixed stacks aeration method



Fig. 6 - Composting in stacks to move



Fig. 7 - Composting cells and turning compost using a tractor in the cells

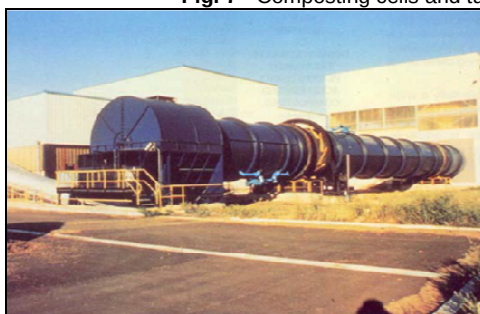


Fig. 8 - Drum composting plant dynamics



Fig. 9 - The composting BIOCONTAINER

b. composting cells/halls - this type of composting grew out of the desire to monitor the process of alteration, adding air and water in optimum conditions. The compost can be turned by means of tractor control by moving it from one cell to another (Fig. 7).

- *dynamic process* is characterized by a continuous movement and aeration. These systems have the advantage of material homogenization and in terms of time saving. The main dynamic processes are:

a. *composting with alteration drums* - the feedstock is continuously rolled in the drum and is artificially aerated, does not require the preliminary shredding and residence time in the drum is from 24 hours to 14 days (Fig. 8).

b. *alteration composting towers* - here are two types of towers: the floors and no floors. Waste towers go through from top to bottom and are usually artificially aerated.

The composting container (Figure 9), *BIOCONTAINER* is an intensive composting of biodegradable waste in mobile containers. Each biocontainer is independent; all supply treatment, automation systems include a container service pipe connected by flexible, easily removable for biocontainer. Such a system provides economic exploitation, maintaining functional independence of each container by placing connections air / exhaust gas needed for the fermentation process.

RESULTS

On the basis of domestic and international situation INMA Bucharest aims to address the issue of waste management coming from plants and animals in farms by providing a concrete and practical management system with related equipment, based on the collection, storage, composting and dealing with plant and animal waste recovery form of compost (a very good organic fertilizer) called *Organic Waste Management Plant And Animal - SEG*, fig. 10 is intended for livestock farms and households, to manage the ecological vegetable and animal waste on their own with minimal costs in order to

b. compostare în celule/hale, acest tip de compostare s-a dezvoltat din dorința de monitorizare a procesului de alterare, adăugarea de aer și apă în condiții optime. Compostul poate fi întors cu ajutorul unor tractoare prin mutarea acestuia dintr-o celulă în alta (fig. 7).

- *procedul dinamic*, se caracterizează printr-o mișcare și aerare continuă. Aceste sisteme dinamice de alterare au avantajul omogenizării materialului și din punct de vedere a economisirii timpului. Principalele procedee dinamice sunt:

a. *compostarea cu tambururi de alterare*, materia primă este răsucită continuu în tambur și este aerată artificial, nu necesită fărâmițare preliminară și timpii de staționare în tamburi este de 24 h până la 14 zile (fig. 8).

b. *compostarea în turnuri de alterare*, aici se deosebesc două tipuri de turnuri: cu etaje și fără etaje. Deșeurile parcurg turnurile de sus în jos și de regulă sunt aerate în mod artificial.

Sistemul de compostare în container (fig.9), *BIOCONTAINER*, este o compostare intensiv a deșeurilor biodegradabile în containere mobile. Fiecare biocontainer este independent; toate sistemele de alimentare, tratare, automatizare se includ într-un container de serviciu legate prin conducte flexibile, ușor demontabile, de biocontainer. Un astfel de sistem asigură o exploatare economică, păstrând independența funcțională a fiecărui container prin racordurile de introducere aer/evacuare gaze de fermentație necesare realizării procesului.

REZULTATE

Pe baza analizei situației pe plan intern și internațional INMA București și-a propus să abordeze problematica gestionării deșeurilor vegetale și animale din fermele agricole la nivel concret și practic prin realizarea unui sistem de gestionare împreună cu echipamentele aferente, plecând de la colectarea, depozitarea, compostarea și finalizând cu valorificarea deșeurilor vegetale și animale sub formă de *compost* (un foarte bun îngrășământ organic) denumit *Sistem ecologic de gestionare a deșeurilor vegetale și animale – SEG*, fig.10, destinat fermelor zootehnice și gospodăriilor individuale, în vederea gestionării în mod ecologic a deșeurilor

valorise their superior form of compost as organic fertilizer in agricultural production, or in greenhouses and solariums [3].

vegetale și animale, pe cont propriu cu cheltuieli minime, în vederea valorificării superioare a acestora sub formă de compost, ca îngrășământ organic în producția agricolă, sau în sere și solarii [3].



a. The platform partially charged, a section

b. Platform fully charged

Fig. 10 - Organic Waste Management Plant And Animal - SEG



Fig.11 - Concrete platform



Fig.12 - Device for aeration



Fig.13 - Gutters and marginal leakage collection



Fig 14 - Data logger

The system is designed as a complete system which meets current national and European requirements and standards and consists of the following main components:

a. *the concrete platform*, fig. 11 is made of reinforced concrete, placed on a specially designated area by mechanical leveling with a bulldozer and the addition of sand at its base to ensure an angle of 2 ... 4 ° to ensure leakage produced in the composting process has levigates and PLUVIA water. It has three functional areas namely: the pretreatment; the treatment (composting); compost storage area.

Dimensions for concreted platform:

- Total length [mm]	12.4
- Total width [mm]	9.3
- Thickness [mm]	0.25
- Exterior gutters size l x h [mm]	150x100
- Surface of pretreatment area [m ²]	about.35
- Main area of composting [m ²]	20...25

Sistemul este conceput ca un sistem complet care corespunde în totalitate cerințelor și normelor actuale naționale și europene în domeniu și este alcătuit din următoarele componente principale:

a. *platformă betonată*, fig. 11, este realizată din beton armat, amplasată pe o suprafață special amenajată prin nivelare mecanică cu ajutorul unui buldozer și adaos de nisip la baza acestuia pentru ai asigura un unghi de înclinare de 2...4° pentru asigurarea scurgerilor produse în procesul de compostare, a levigatelor și apelor pluviale. Are trei zone funcționale și anume: *zona de pretratare*; *zona de tratare (compostare)*; *zona de depozitare a compostului*.

Dimensiuni platforma betonată:

- lungime totală [m]	12,4
- lățime totală [m]	9,3
- grosime [m]	0,25
- dimensiunile rigolelor exterioare l x h [mm]	150x100
- suprafața zonei de pretratare [m ²]	cca.35
- suprafața zonei principale de compostare [m ²]	20...25

- Composting capacity [t]	cca. 10
- Dimensions of aeration gutters l x h [mm]	300x150
- Storage area for composting area [m]	about.35

b. *aeration installation*, fig.12 is mainly composed of a fan-1,5 MAC-531-2M power of 1.1 kW maximum air flow 1790 m³ / h which is fed to the voltage of 220 V, but can be operated from a photovoltaic system with related accessories, electric control panel, aeration piping system of sizes of 125 mm and 110 mm, etc.

c. *the drainage and collection*, fig. 13 Suction and collection channels that are located below the composting piles from these liquids resulted (part of garbage wine and leachate) are collected by a network of pipes that they direct to the catchment area through the ends of culverts provided at concrete platform edges. Part of collection pipes are fixed mounted in concreted platform and the terminal (for pool) consists of pipes, couplings, elbows, caps. All these items are purchased commercially.

d. *the system of measuring and monitoring the parameters of composting*. Measuring and monitoring system composting parameters is designed to allow partial or continuous measurement and monitoring of parameters of the composting process and consists of instruments for measuring temperature, humidity, air velocity, penetration resistance in compost Weather Station monitoring weather conditions and a data logger, fig. 14 portable data acquisition and recording eight channels with graphic display and built-in analysis functions.

In Figure 10 is shown the container in which are placed switchboard aeration control system, photovoltaic system components to give protection against atmospheric unfavorable conditions which are designed to monitor, record and interpret data at any time of year.

CONCLUSIONS

Composting, landfilling or incineration belong to the classical methods of waste treatment, being an organic treatment useful method as the biodegradable fraction of wastes represents around 50% of all household waste. Compared with other methods of waste treatment, composting requires a reduced environmental load.

The composting process fundamental systems are those with *passive ventilation* (natural ventilation), where carbon dioxide concentration is higher than in the surrounding atmosphere; due to this difference and pile high temperature, oxygen can enter it up to 80 cm in thickness. Systems with *forced aeration* are those where during the composting process oxygen concentration decreases to provide more oxygen, and ventilation systems or return of material, are used. Both systems can increase the concentration of oxygen in the bunch by mechanical pumping air.

The combination of natural aeration and piles return is a very good way. The advantages of this combination consists in eliminating costs for piping and equipment (investment and maintenance). The downside is monitoring the process to decide when they turn over the stack.

cca. 10

- capacitatea de compostare [t]	
- dimensiunile rigolelor de aerare l x h [mm]	300x150
- suprafața zonei de depozitare a compostului [m]	cca.35

b. *instalație pentru aerare*, fig.12, compusă în principal dintr-un ventilator, CMA-531-2M-1,5 de putere de 1,1 kW cu debitul de aer maxim de 1790 m³/h fiind alimentat la tensiune de 220 V, dar poate fi acționat de la un sistem de panouri fotovoltaice cu accesoriile aferente, tablou electric de comandă, sistem de conducte de aerare de dimensiuni 125 mm și 110 mm, etc.

c. *sistemul de scurgere și colectare*, fig.13, rigolele de aerare și colectare care se află poziționate sub grămezile de compostare, de la acestea lichidele rezultate (o parte din mustul de gunoi și levigate) sunt colectate de o rețea de conducte care le dirijează către bazinul de colectare, prin intermediul rigolelor prevăzute la marginile platformei betonate. O parte din conductele de colectare sunt montate fix în platforma betonată, iar partea terminală (spre bazin) alcătuită din conducte, mufe, coturi capace. Toate aceste elemente sunt achiziționate din comerț.

d. *sistemul de măsurare și monitorizare a parametrilor de compostare*. Sistemul de măsurare și monitorizare a parametrilor de compostare este realizat pentru a permite măsurarea și monitorizarea parțială sau continuă a parametrilor principali ai procesului de compostare și este alcătuit din instrumente pentru măsurarea temperaturii, umidității, vitezei aerului, rezistenței la penetrare în compost, stație meteo pentru monitorizarea condițiilor atmosferice și un data logger, fig. 14, sistem portabil de achiziție și înregistrare date de opt canale cu afișaj grafic și funcții de analiză încorporate.

În fig.10 este prezentat și containerul în care sunt plasate tabloul electric de comandă a instalației de aerare, componentele sistemului fotovoltaic, pentru a conferi protecție împotriva condițiilor atmosferice nefavorabile și unde sunt amenajate condiții pentru monitorizarea, înregistrarea și interpretarea datelor în orice perioadă a anului.

CONCLUZII

Compostarea, ca și depozitarea sau incinerarea, aparține procedeelor clasice de tratare a deșeurilor, fiind o metodă de tratare ecologică utilă deoarece partea biodegradabilă din deșuri reprezintă în jur de 50% din totalul deșeurilor casnice. Comparată cu alte metode de tratare a deșeurilor, compostarea presupune o încărcare redusă a mediului înconjurător.

Sisteme care stau la bază procesului de compostare sunt cele cu *aerare pasivă* (aerare naturală), unde concentrația dioxidului de carbon este mai mare în grămadă decât în atmosfera înconjurătoare, datorită acestei diferențe și a temperaturii mai mari din grămadă, oxigenul poate intra în aceasta până la 80 cm în grosimea stratului. Și sisteme cu *aerare forțată*, în timpul procesului de compostare concentrația de oxigen scade, pentru a furniza mai mult oxigen, se folosesc sisteme de ventilație sau întoarcerea materialului. Ambele sisteme pot crește concentrația de oxigen din grămadă prin pomparea mecanică a aerului.

Combinația aerării naturale și a întoarcerii grămezilor de compost este o metodă foarte bună. Avantajele acestei combinații constau în eliminarea costurilor pentru tubulatură și aparatură (investiții și întreținere). Dezavantajul este monitorizarea procesului pentru a decide momentul întoarcerii grămezilor.

REFERENCES

- [1]. Atudorei A., Atudorei L., V. Rusu, Holohan I. Mitra E. (2005) - *Guidance on composting of biodegradable waste*, contract no. M / 6 / 19.04.2005 signed with the Ministry of Environment and Water, in phase 6.3. TITLE: *Standard for composting organic municipal waste*.
- [2]. Carsten Bachert, Werner Bidlingmaier, Suraphong Wattanachira (2008) - *Manual on composting in uncovered piles (strings)* Bauhaus University, Department of Waste Management, Weimar, Germany, European Compost Network published by ECN / ORBIT e. V., Postbox 2229, 99403 Weimar (Germany), 2008 ISBN 3-935974-23-X;
- [3]. Ciupercă R. (2014) - Activity report of the theme - *Research on realization of an ecological system of plant and animal waste, for livestock farms and households*, project PN January 9 to 15, 13, Contract No. 15 N / 27.02.2009 / act.ad.nr.3 / 2014 INMA Bucharest.
- [4]. Collective INCDPM - ICIM Bucharest (2008) - *Methods and management technologies for waste - biological treatment methods*

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Atudorei A., Atudorei L., Rusu V., Holohan I., Mitrita E. (2005) – *Ghid privind compostarea deșeurilor biodegradabile*, contractul nr. M/6/19.04.2005 încheiat cu Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, în cadrul fazei 6.3. denumită: *Normativ pentru compostarea deșeurilor municipale organice*.
- [2]. Carsten Bachert, Werner Bidlingmaier, Suraphong Wattanachira (2008) – *Manual privind producerea compostului în grămezi (șiruri) neacoperite*, Universitatea Bauhaus, Departamentul de Management al Deșeurilor, Weimar, Germania, publicat de European Compost Network ECN/ORBIT e. V., Postbox 2229, 99403 Weimar (Germany), 2008, ISBN 3-935974-23-X;
- [3]. Ciupercă R. (2014) – Raport de activitate al temei - *Cercetări privind realizarea unui sistem ecologic de gestionare a deșeurilor vegetale și animale, destinat fermelor zootehnice și gospodăriilor individuale*, proiect PN 09-15 01 13, contract nr.15 N/27.02.2009/ act.ad.nr.3/2014 INMA București.
- [4]. Colectiv INCDPM - ICIM București (2008) – *Metode și tehnologii de gestionare a deșeurilor – Metode de tratare biologică*

ORGANIC PLANT AND ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM

SISTEM ECOLOGIC DE GESTIONARE A DEȘEURILOR VEGETALE ȘI ANIMALE

PhD. Eng. Ciuperca R., PhD. Stud. Eng. Lazar G., PhD. Stud. Eng. Zaica A, PhD. Stud. Eng. Zaica Al.,
PhD. Stud. Eng. Ivancu B., PhD. Stud. Eng. Petcu A, PhD. Stud. Eng. Gheorghe G., Ph.D.Eng.Popa L.

INMA Bucharest / Romania

E-mail: ciupercaradu@yahoo.com

Abstract: The paper presents some theoretical and practical considerations related to environmental management of plant and animal waste by aerobic composting, this being the most effective way of treating waste from agricultural activities.

Treatment of this waste by composting having a deep impact both economically, on one hand, compost being a very good and valuable organic fertilizer used in crop production, greenhouses and solariums and on the environment, on the other hand, by reducing the impact on main negative environmental factors (air, water, soil).

Basically, four methods of composting are known, classified by location and aeration method, as follows:

- passive open composting heap;
- stack composting in the platform with the use of technical reshuffling equipment for ventilation;
- composting in aerated static stacks, using the culverts or pipes;
- composting in container.

Ecological waste management system, subject of this paper, uses static stacks method, using an aeration system consisting of culverts and pipes, integrated in composting platform, and aeration system is powered by a photovoltaic system.

Keywords: environmental management of organic waste, composting platform

INTRODUCTION

Environmental pollution is a major problem of the modern world, this being the main factor that generates global warming of the atmosphere with serious present and future repercussions on health and life on planet Earth.

Therefore, it must be analysed, with great responsibility pollution sources, their influence on the main environmental factors (air, water, soil) and on life, identify and implement appropriate measures to reduce or even eliminate environmental pollution.

Also in agricultural activities, basic branch in all economies of the world, are known countless factors that pollute the environment, one of the most important being nonfood by-products from agricultural and livestock farming in particular.

In fact, it is about wastes coming from crop production, animal manure from livestock farms or individual farms and other plant and animal wastes, resulting from the activities of production units mentioned above.

Although there are specific rules, applying especially on manure, related to good agricultural practices, biological safety of the treatment applied and other products based on manure processed, in Romania have not been yet generalized these rules by practical measures at local or general management.

Rezumat: În lucrare se prezintă câteva considerații teoretice și practice referitoare la gestionarea ecologică a deșeurilor vegetale și animale prin compostare aerobă, aceasta reprezentând cea mai eficientă modalitate de tratare a deșeurilor provenite din activitățile agricole.

Tratarea prin compostare a acestor deșeuri are un profund impact benefic atât economic, pe de o parte, compostul fiind un foarte bun și valoros îngrășământ organic utilizat în producția agricolă vegetală, sere și solarii cât și asupra mediului, pe de altă parte, prin reducerea impactului negativ asupra principalilor factori de mediu(aer, apă, sol).

În principiu sunt cunoscute patru metode de compostare, clasificate după modalitatea de amplasare și aerare, astfel:

- compostarea pasivă în grămadă deschisă;
- compostarea pe platformă în șire, cu utilizarea de echipamente tehnice de remanier pentru aerare;
- compostarea în grămezi statice aerate, folosind sisteme de rigole sau conducte;
- compostarea în container.

Sistemul ecologic de gestionare a deșeurilor care face obiectul prezentei lucrări, utilizează metoda în grămezi statice, folosind un sistem de aerare alcătuit din rigole și conducte, integrate în platforma de compostare, iar instalația de aerare este acționată de un sistem cu panouri fotovoltaice.

Cuvinte cheie: gestionare ecologică deșeuri organice, platformă de compostare

INTRODUCERE

Poluarea mediului înconjurător reprezintă o problemă majoră a lumii moderne, aceasta fiind principalul factor care generează încălzirea globală a atmosferei cu repercusiuni grave actuale și de perspectivă asupra sănătății și vieții pe planeta Pământ.

De aceea trebuie analizate cu mare responsabilitate sursele de poluare, influența acestora asupra principalilor factori de mediu(aer, apă, sol) și asupra vieții, identificate și implementate măsuri adecvate pentru reducerea sau chiar eliminarea poluării mediului.

Și în activitățile din agricultură, ramură de bază în toate economiile țărilor lumii, se cunosc nenumărați factori care poluează mediul, unul dintre cei mai importanți constituindu-l deșeurile sau produsele secundare nealimentare rezultate din activitatea agricolă în general și zootehnică în special.

Este vorba de fapt de resturile rezultate din producția agricolă vegetală, dejecțiile animalelor din fermele zootehnice sau gospodăriile individuale precum și alte resturi vegetale și animale rezultate din activitățile unităților de producție menționate.

Deși există norme specifice, aplicabile în special gunoiului de grajd, legate de bunele practici agricole, de siguranța biologică a tratamentelor aplicate acestuia și a altor produse pe bază de gunoi de grajd transformate, în România nu s-a reușit încă generalizarea acestor norme prin măsuri practice de gestionare la nivel local sau general.

The main factors favoring the aerobic composting and guide values [3,4].

Oxygen from the air - specialty literature refers in detail to the importance of oxygen in the air contained in the compost heap for aerobic fermentation process, but there are few scientists who give values, and these are: 25-35% pore volume of air; oxygen requirements $2g\ O_2 / g\ dry\ air$ or $2\ l\ air / g\ fresh\ material$ [ICIM].

Water - the optimal moisture percentage of 50-60% is recommended for fermentation.

Waste composition - the optimum carbon/nitrogen (C/N) between 25-30: 1.

PH value- must be between 7 ... 9.

Auxiliary factors that favor the aerobic fermentation:

- homogeneity of the mixture;
- waste grain size subject to fermentation - approx. 90% of compost having dimensions less than 35 mm;
- how to place in stacks the waste ground;
- ratio of aerating stack;
- size of stack of composting;
- ambient conditions (temperature, wind, moisture etc.).

MATERIAL AND METHOD

The ecological waste management coming from plants and animals which is subject of this paper, fig.1 is designed as a complete system that fully comply with the requirements of national and European rules currently in this area and includes the following main assemblies: concrete platform, item.1, aeration system, item 2, drainage and collection, item 3, measuring and monitoring system of composting parameters, item 4.

- **concrete platform** - has three functional areas, namely:

Pre-treatment zone - is the storage, handling, preparation, mixing and transfer area to the composting area (the green area, fig. 1). The area is provided with boarding ramp for mechanical means used to manage the compost. Its surface is approx. by 1.5 greater than the composting area. In this case, when in this area is provided also an area where you can make effective composting platform is designed to make comparative research on the composting process.

Area treatment (composting) - is located in the center of the platform and is divided, in this case in two areas in order to achieve and monitor the composting process in two comparative ways, respectively with and without tarp covering and different conditions of aeration (the red area, fig. 1). In this area is performed composting process being provided with culverts for aeration and gutters for collecting liquid leakage resulted in the composting process.

Composting area size is calculated according to the amount and composting technology, density and moisture content of compost.

Final compost storage area - is designed for temporary storage of compost to their capitalization or transfer to another designated area (the orange area, fig. 1). It has a surface area greater than treatment area.

Concrete platform provides an inclination angle of $2...40^\circ$ and is provided around with gutters to collect leakage and leachate from stack composting and rainwater.

Factorii principali care favorizează compostarea aerobă și valorile orientative ale acestora [3,4].

Oxygenul din aer – literatura de specialitate face referiri detaliate la importanța oxigenului din aerul conținut în grămada de compostat pentru procesul de fermentare aerobă, însă sunt puțini cei care dau valori, iar acestea sunt: volumul porilor de aer 25-35%; necesarul de oxigen $2g\ O_2 / g\ substanță\ uscată$ sau $2\ l\ aer / g\ material\ proaspăt$ [ICIM].

Apa - procentul de umiditate optim pentru fermentare recomandat este de 50-60%.

Compoziția deșeurilor - raportul optim carbon/azot (C/N) între 25-30:1.

Valoare pH-ului - trebuie să se situeze între 7...9.

Factorii auxiliari care favorizează fermentarea aerobă:

- omogenitatea amestecului;
- granulația deșeurilor supuse fermentării – cca. 90% din compost să aibă dimensiuni sub 35 mm;
- modul de așezare a deșeurilor măcinate în grămezi;
- rata de aerare a grămezii;
- mărimea grămezii de compostare;
- condițiile mediului ambiant (temperatura, vânt, umiditate etc.).

MATERIAL ȘI METODĂ

Sistemul ecologic de gestionare a deșeurilor vegetale și animale care face obiectul prezentei lucrări, fig.1 este conceput ca un sistem complet care să corespundă în totalitate cerințelor normelor actuale naționale și europene în domeniu și are în componență următoarele ansambluri principale: platforma betonată, poz. 1, instalația pentru aerare, poz. 2, sistem de scurgere și colectare, poz. 3, sistemul de măsurare și monitorizare a parametrilor de compostare, poz. 4.

- **platforma betonată** - are trei zone funcționale și anume:

Zona de pre-tratare – este zona de stocare, manevrare, pregătire, amestecare și transfer spre zona de compostare (zona careului verde, fig. 1). Zona este prevăzută cu rampă de urcare pentru mijloacele mecanice utilizate la gestionarea compostului. Suprafața acesteia este de cca. 1,5 ori mai mare decât zona de compostare. În cazul de față în această zonă este prevăzută și o zonă unde se poate face compostarea efectivă, platforma fiind destinată efectuării de cercetări comparative asupra procesului de compostare.

Zona de tratare (compostare) - este amplasată în zona centrală a platformei și este împărțită, în cazul de față, în două spații pentru a putea realiza și monitoriza procesul de compostare în două moduri comparative, respectiv cu și fără acoperire cu prelată și condiții diferite de aerare (zona careului roșu, fig. 1). În această zonă se realizează efectiv procesul de compostare fiind prevăzută cu rigole pentru aerare și colectare a scurgerilor lichide rezultate în procesul de compostare.

Mărimea zonei de compostare este calculată în concordanță cu cantitatea și tehnologia de compostare, densitatea și umiditatea compostului.

Zona de depozitare a compostului final - este destinată depozitării provizorii a compostului până la valorificarea acestuia sau transferarea în altă zonă special amenajată (zona careului portocaliu, fig. 1). Are suprafața mai mare decât a zonei de tratare.

Platforma betonată asigură un unghi de inclinare de $2...4^\circ$ și este prevăzută de jur împrejur cu rigole pentru colectarea scurgerilor și levigatului din grămada compostată și a apelor pluviale.

- **Aeration system** - fig.2, is performed in order to aerate the compost stack.

It consists of aeration gutters, performed in concrete platform, a centrifugal fan, pos.1, a system of pipes, couplings, elbows and three check valves, pos. 2, which facilitates closing - opening of the suction three circuits.

Fan drive is done with electricity produced by a photovoltaic system with the necessary accessories pos. 3 (inverter, controller, two batteries, cables, connectors), electrical control panel etc., all of which are placed in a container, pos. 4 to be protected from the weather.

Fan drive can be achieved with electricity from the national network.

- **Drainage and collection system** – Fig. 3 is designed to allow draining compost and liquid fraction collection (garbage wort), levigates and waters resulting from rainfall. This system consists of aeration and collection gutters, pos. 1, which is located in the composition of the concrete platform of composting, a removable system of pipes, couplings, elbows, caps, pos. 2 ,marginal gutters of the concrete platform, pos. 3 and a collection basin, pos. 4.

- **instalația pentru aerare** – fig. 2, este realizată în vederea aerării grămezii de compost.

Este alcătuită din rigole de aerare, prevăzute în platforma betonată, un ventilator centrifugal, poz.1, un sistem de conducte, mufe de legătură, coturi precum și trei clapete de reținere, poz. 2, care facilitează închiderea – deschiderea la alegere a celor trei circuite de aerare.

Acționarea ventilatorului se realizează cu energie electrică produsă de un sistem de panouri fotovoltaice cu accesoriile necesare poz. 3 (inverter, controler, două acumulatori, cabluri, conectori), tabloul electric de comandă etc., toate acestea fiind amplasate într-un container, poz. 4 pentru a fi protejate de intemperii.

Acționarea ventilatorului se poate realiza și cu energie electrică de la rețeaua națională.

- **sistemul de scurgere și colectare** – fig 3, este realizat pentru a permite scurgerea și colectarea fracției lichide din compost (mustul de gunoi), a levigatelor și apelor rezultate în urma ploilor. Acest sistem este alcătuit din rigolele de aerare și colectare, poz. 1, care se află amplasate în componența platformei betonate de compostare, un sistem demontabil de conducte, mufe, coturi capace, poz. 2, rigolele marginale ale platformei betonate, poz. 3 și un bazin de colectare, poz. 4.

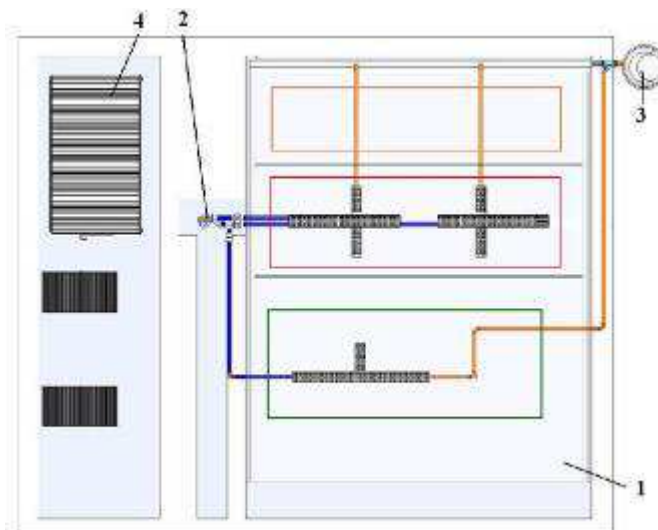


Fig.1 – Organic waste management system of vegetable and animal waste -SEG
1- concrete platform; 2 - aeration system; 3 - drainage and collection;
4 - measuring and monitoring system of composting parameters process



Fig. 2 - The device for aerating
1 - centrifugal fan; 2 - pipes, bands, check valves;
3 - photovoltaic panels; 4 - Container + accessories



Fig. 3 - Drainage and collection system

1 - Suction gutters and collection; 2 - pipes, couplings, elbows;
3 - marginal gutters; 4 - collection basin

- **measuring and monitoring system of parameters of composting** - is designed to perform measurement and monitoring of parameters of the composting process and consists of: instruments for measuring temperature, humidity, air velocity generated by the fan, penetration resistance in compost, a data logger with data acquisition system and eight-channel recording with graphic display and built-in analysis functions and laptop;

Apparatus and instruments for measuring and monitoring are mounted or kept inside the container, Fig. 2 pos. 4.

Constructive and functional characteristics:

Concrete platform

- total length [m]	12.4
- total width [m]	9.3
- height [m]	0.25
- pretreatment surface area [m ²]	about 35
- composting surface area [m ²]	20 .. 25
- composting capacity [t]	approx. 10
- storage area surface, [m]	about 35

The device for aerating

- fan	
- power driving [kW]	1.1
- maximal air flow [m ³ /h]	1790
- voltage [V]	220
- The fan driving	
- 4 photovoltaic panels LxWxH [m]	1,6x1x0,04
- inverter - VITRON MULTIPLUS	24V / 1200W
- controller - VITRON BLUE SOLAR	24V / 50A
- 2 solar batteries:	12V, 220Ah, [kW] 1

Drainage and collection system

- pipe dimensions [mm]	125; 110
- volume of collection tank [m ³]	1.8

Making stack for composting, fig. 4

- **first stage** – plant and animal wastes were transported and stored temporarily in the pretreatment platform of compost (manure from horses, cattle, sheep, poultry, rabbits and sawdust fir, mixed + dried leaves, branches, straw).

- **In the second step** - the compost material is placed in alternating layers as follows: the first layer is composed of branches that carry out a porous layer that allows an easier ventilation and uniform air distribution over the entire surface area of the actual composting; than a layer of garbage over dry leaves and straw mixed with each other and watered is put over.

The operation has continued, alternating the placement, mixing and wetting the layers of garbage, straw and leaves, until the platform was ready, set dimensions. Repeatedly, the mixture humidity in different areas, was measured to ensure that the final stack will have optimal humidity and distributed as uniform as possible, fig.5.

- **sistemul de măsurare și monitorizare a parametrilor de compostare** – este realizat pentru a efectua măsurarea și monitorizarea parametrilor principali ai procesului de compostare și este alcătuit din: instrumente pentru măsurarea temperaturii, umidității, vitezei aerului generat de ventilator, rezistenței la penetrare în compost, un data logger cu sistem de achiziție și înregistrare date cu opt canale cu afișaj grafic și funcții de analiză încorporate și laptop;

Aparatura și instrumentele de măsurare și monitorizare sunt montate sau păstrate în interiorul containerului, fig. 2, poz. 4.

Caracteristici tehnice constructive și funcționale:

Platforma betonată

- lungime totală, [m]	12,4
- lățime totală, [m]	9,3
- înălțime, [m]	0,25
- suprafața zonei de pretratare, [m ²]	cca.35
- suprafața zonei de compostare, [m ²]	20...25
- capacitatea de compostare, [t]	cca. 10
- suprafața zonei de depozitare, [m]	cca.35

Instalația pentru aerare

- ventilator	
- puterea de acționare, [kW]	1,1
- debitul de aer maxim, [m ³ /h]	1790
- tensiunea, [V]	220
- sistemul de acționare ventilator	
- 4 panouri fotovoltaice LxIxH [m]	1,6x1x0,04
- inverter - VITRON MULTIPLUS	24V/1200W
- controler - VITRON BLUE SOLAR	24V/50A
- 2 acumulatori solari: 12V,220Ah, [kW]	1

Sistemul de scurgere și colectare

- dimensiuni conducte, [mm]	125;110
- volum rezervor de colectare, [m ³]	1,8

Realizarea grămezii (șirei) pentru compostare, fig. 4

- **în prima etapă** - au fost transportate și depozitate provizoriu, deșeurile de natură vegetală și animală în zona de pretratare a platformei de compostare (gunoi de grajd de cabaline, bovine, ovine, păsări, iepuri și rumeguș de brad, în amestec+ frunze uscate, crengi, paie).

- **în etapa a doua** – se așează materialele de compostat, în straturi alternative, după cum urmează: primul strat este alcătuit din crengi care realizează un strat poros ce permite o aerare mai facilă și o distribuție uniformă a aerului pe toată suprafața zonei de compostare efectivă; urmează un strat de gunoi peste care se așează frunze uscate și paie care se amestecă între ele și se udă.

Operațiunea a continuat, alternând așezarea, amestecarea și udarea straturilor de gunoi, paie și frunze, până când platforma a fost gata, la dimensiunile stabilite. În mod repetat, s-a verificat umiditatea amestecului, în diferite zone, pentru a ne asigura că în final grămada va avea o umiditate optimă și distribuită cât mai uniformă, fig.5.

Monitoring the composting process was done in two ways, fig. 4, namely:

- For an area of stack covered with a geotextile foil and aerated both naturally and artificially by forced aeration with a centrifugal fan at set intervals and wetted when necessary depending on the evolution of composting parameters - **active composting**;
- for another area of uncovered stack with aeration and wetting only natural - **passive composting**.

Monitorizarea procesului de compostare s-a realizat în două moduri , fig. 4 și anume:

- pentru o zonă a grămezii acoperită cu o folie de Geotextil și aerată atât natural cât și artificial prin aerare forțată cu un ventilator centrifugal la intervale stabilite și umectată la nevoie, în funcție de evoluția parametrilor de compostare - **compostare activă**;
- pentru altă zonă a grămezii neacoperită, cu aerare și umectare doar naturală - **compostare pasivă**.



Fig. 4- Aspects of the compost stack while performing



Fig. 5 – Aspects during measurement of composting parameters

The apparatus used in experiments

- roman weigh 20t;
- non-automatic weighing machine, 0-6100 g;
- measuring tapes, 0-5m;
- digital termometre: -50 ° C ... + 200 ° C
- thermal resistance Pt 100- SC CAOM PASCANI;
- soil moisture meter HH-2 14/82;
- oven;
- penetrometer Meter SC 900 - Spectrum;
- testovent 4000 SPECTRUM Technologies.

RESULTS

The variation in time of the physical parameters of the compost stack is shown in Table 1.

Composting parameters were measured and continuous monitoring measurement points are shown in the diagram of fig. 6.

Parameters at the beginning of composting

- Humidity - 65 ... 70%.
- Temperature - 28 ... 35°C.
- Degree of compaction - 70 ... 140 kPa.

The speed of the air flow realized by the fan (output) - 29.5 m / s.

Aparatura utilizată la experimentări

- basculă romană, 20t;
- aparat de cântărit cu funcție neautomată, 0-6100 g;
- ruletă de măsură, 0-5m;
- termometru digital: -50°C...+ 200°C
- termorezistență Pt 100- S.C. CAOM PASCANI ;
- umidometru pentru sol HH-2 14/82;
- etuvă;
- penetrometru Meter SC 900 – Spectrum;
- testovent 4000 SPECTRUM Technologies.

REZULTATE

Variația în timp a parametrilor fizici ai grămezii compostate este prezentată în tabelul 1.

Parametrii de compostare au fost măsurați și monitorizați continuu, punctele de măsurare fiind prezentate în schema din fig. 6.

Parametrii de compostare la începutul procesului

- umiditatea - 65...70%.
- temperatura - 28...35°C.
- gradul de compactare - 70...140 kPa.

Viteza curentului de aer realizată de ventilator (la ieșire) – 29,5 m/s.

Temporal variation of physical composted stack parameters

Nr. Crt.	Parameter	M.U.	Composting period [days]			
			1	10	15	35
1	Length	m	8,8	8,8	8,8	8,8
2	Width	m	3	3	3	3
3	Height	m	1,7	1,6	1,5	1,25
4	Volume	m ³	19	17,9	16,8	13,4
5	Mass	t	8,8	8,55	8,6	8,7
6	Specific weight	t/m ³	0,46	0,48	0,51	0,625
7	Natural slope angle	degrees	51	49	47	42

Tabel 1

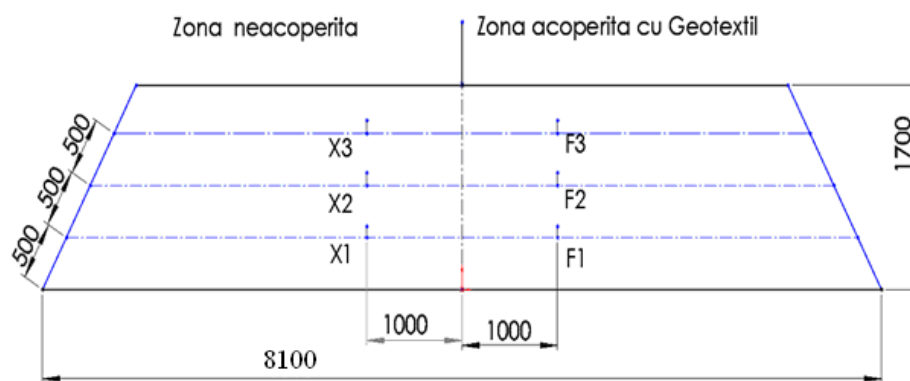


Fig. 6 – The distribution of measurement points of the composting parameters

The temperature and humidity of the compost stack was continuously measured at the points shown in Fig. 6, the distribution of values over time is shown in diagram 1; 4. In the diagrams were presented variations of composting parameters only in representative points and depths so you can draw the following conclusions for the composting process.

Evolution of compaction in time for the two areas of compaction (covered and uncovered) is shown in diagrams 5, 6.

Temperatura și umiditatea grămezii compostate au fost măsurate continuu, în punctele prezentate în fig. 6, distribuția valorilor în timp, fiind prezentată în diagramele 1; 4. În diagrame s-au prezentat variațiile parametrilor de compostare doar în punctele și adâncimile mai reprezentative, astfel încât să se poată desprinde câteva concluzii importante pentru procesul de compostare.

Evoluția gradului de compactare în timp, pentru cele două zone de compactare (acoperită și neacoperită) este prezentată în diagramele 5, 6.

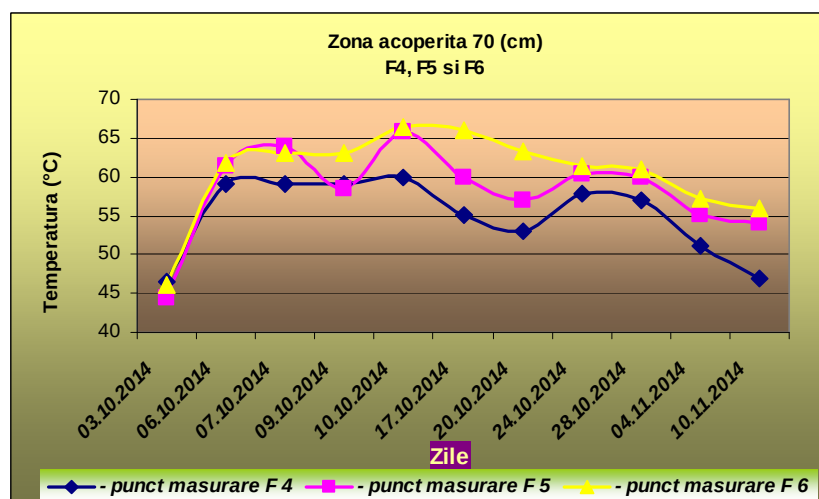


Fig.6 - Diagrame 1

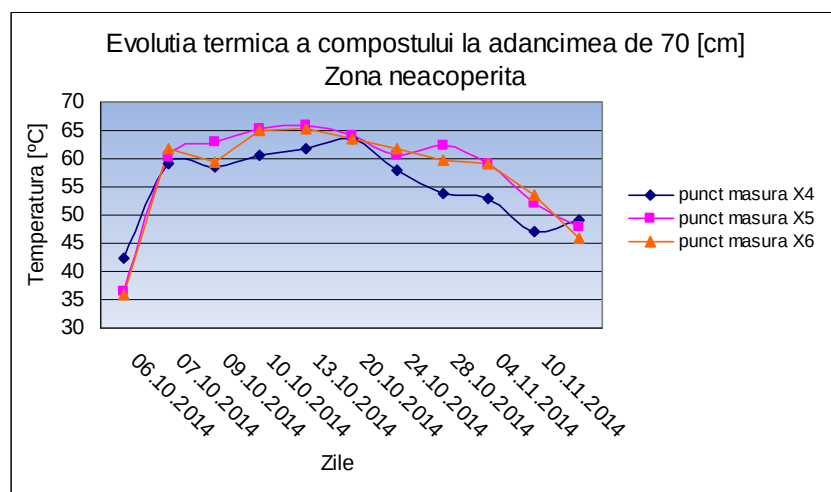


Fig.7 - Diagram 2

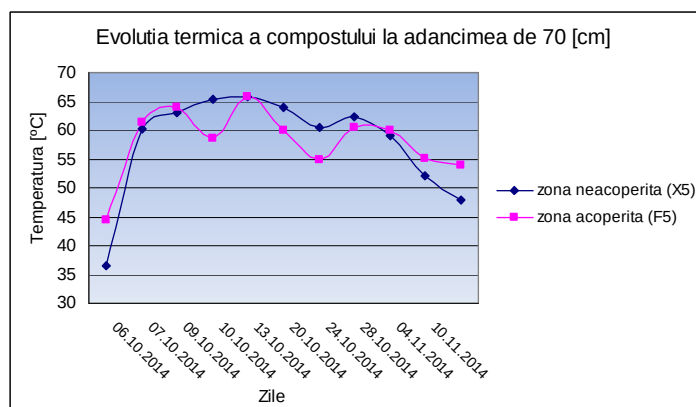


Fig.8 - Diagram 3

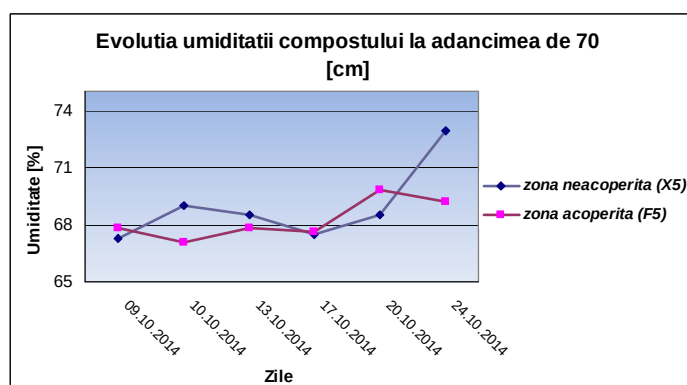


Fig.9 - Diagram 4

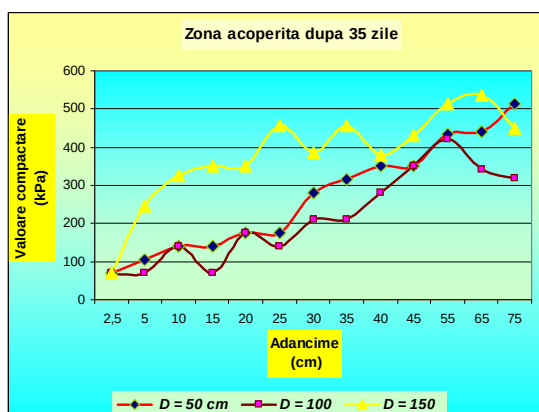


Fig.10 - Diagram 5

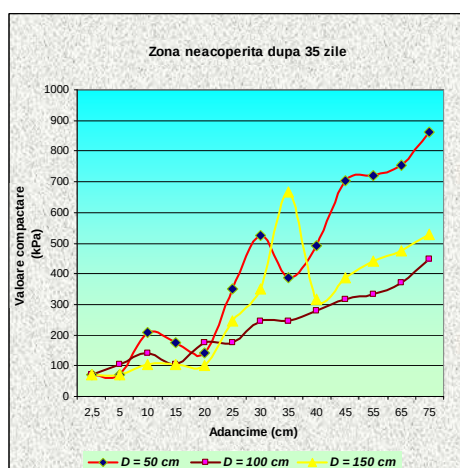


Fig.11 - Diagram 6

CONCLUSIONS

- The greenest way to manage plant and animal waste, generally, organic waste, is aerobic composting;
- With carrying out the composting process, in addition to temperature and humidity variation, piles changed their other physical parameters (size, volume, mass, density, angle of slope);
- In diagrams 1 and 2 it is shown that, starting from an initial stack temperature of 28 -35°C, in approx. 4 days, the temperature reached values of approx. 60°C (growth phase), the temperature of the composting process and the actual start time of approx. 26 days being maintained in the range of 55 ... 65°C (thermophilic phase) suitable to fermentation temperature. After the thermophilic phase temperature drops to 45 ... 50°C and maintains for a longer period, ripening period corresponding to phase of compost. Temperatures have significantly higher values at the top of the pile.
- For the covered area were observed some greater decreases in temperature, 1.3 diagrams, this fact being manifested during the periods in the aerated pile. Nevertheless, temperatures remain within limits suitable to the fermentation;
- Pile humidity in the uncovered area, is maintained approximately within the initial limits for approx. 20 days, with sensitive increase of the area covered by watering, respectively following the rains the uncovered area;
- Composting temperature is slightly higher to the top of the pile;
- The degree of compaction increases from the outside to the inside of the pile, both for geotextile covered area and uncovered area, as a result of specific weight increment by transforming the original material into compost;
- Degree of compaction is continuously increasing in general, from the outside to inside, but there were deviations caused by unevenness of compost composition or process running;
- Degree of compaction increases from bottom to top of the pile in the area covered, diagram 5. For the uncovered area, variation of compaction is uneven because of a time variation of moisture due to rains during the monitored period, Chart 6.

REFERENCES

- [1]. Atudorei A., Atudorei L., V. Rusu, Holohan I. Mitra E. (2005) - *Guidance on composting of biodegradable waste*, contract no. M / 6 / 19.04.2005 signed with the Ministry of Environment and Water, Phase 6.3. TITLE: Standard for composting organic municipal waste.
- [2]. Carsten Bachert, Werner Bidlingmaier, Suraphong Wattanachira (2008) - *Manual on composting in uncoated piles (strings)*, European Compost Network published by ECN / ORBIT e. V., Postbox 2229, 99403 Weimar (Germany), 2008, ISBN 3 -935974-23-X;
- [3]. INCDPM Collective - ICIM Bucharest (2008) - *Methods and management technologies of wastes - biological treatment methods*;
- [4]. *Codes of Practice in farms* - large farms, Chapter 6. Agro, Subcap.6.4. Composting, <http://www.icpa.ro/documente/coduri/Compostarea.pdf>

CONCLUZII

- cea mai ecologică modalitate de gestionare a deșeurilor agricole vegetale și animale, în general a deșeurilor de natură organică, este compostarea aerobă;
- odată cu desfășurarea procesului de compostare, pe lângă variația temperaturii și umidității, grămada își modifică și alți parametri fizici (dimensiuni, volum, masa, densitatea, unghi de taluz);
- din diagramele 1 și 2 se observă că, pornind de la o temperatură inițială a grămezii de 28 -35°C, în cca. 4 zile, temperatura a ajuns la valori de cca. 60°C (faza de creștere), temperatură la care procesul de compostare începe efectiv iar timp de cca. 26 de zile se menține în intervalul de 55...65°C (faza termofilă), temperaturi propice fermentării. După faza termofilă temperatura scade la valori cuprinse între 45...50°C și se menține o perioadă mai îndelungată la aceste temperaturi, perioadă care corespunde fazei de maturare a compostului. Temperaturile au valori sensibil mai ridicate spre vârful grămezii.
- pentru zona acoperită se observă câteva scăderi mai mari ale temperaturii, diagramele 1,3, acest fapt manifestându-se în perioadele în care grămada a fost aerată. Cu toate acestea, temperaturile se mențin în limite propice fermentării;
- umiditatea grămezii, în zona neacoperită, cca. 20 de zile, se menține aproximativ în limitele inițiale, cu creșteri sensibile după udarea zonei acoperite, respectiv în urma ploilor căzute, în zona neacoperită;
- temperatura de compostare este sensibil mai mare spre partea superioară a grămezii;
- gradul de compactare crește, de la exteriorul spre interiorul grămezii, atât pentru zona acoperită cu geotextil cât și pentru zona neacoperită, urmare a creșterii greutatei specifice prin transformarea materialelor inițiale în compost;
- gradul de compactare crește continuu în general, de la exterior spre interior, dar s-au înregistrat și abateri, cauzate de neuniformitatea compoziției compostului sau a desfășurării procesului;
- gradul de compactare crește de la bază spre vârful grămezii la zona acoperită, diagrama 5. La zona neacoperită, variația compactării este mai neuniformă, cauza principală fiind variația în timp a umidității datorate ploilor căzute în perioada monitorizată, diagrama 6.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Atudorei A., Atudorei L., Rusu V., Holohan I., Mitrita E. (2005) – *Ghid privind compostarea deșeurilor biodegradabile*, contractul nr. M/6/19.04.2005 încheiat cu Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, faza 6.3. denumită: *Normativ pentru compostarea deșeurilor municipale organice*.
- [2]. Carsten Bachert, Werner Bidlingmaier, Suraphong Wattanachira (2008) – *Manual privind producerea compostului în grămezi (șiruri) neacoperite*, publicat de European Compost Network ECN/ORBIT e. V., Postbox 2229, 99403 Weimar (Germany), 2008, ISBN 3-935974-23-X;
- [3]. Colectiv INCDPM - ICIM București (2008) – *Metode și tehnologii de gestionare a deșeurilor – Metode de tratare biologică*;
- [4]. Coduri de bune practici de ferma - FERME MARI, Cap.6. Agrochimie, Subcap.6.4. Compostarea, <http://www.icpa.ro/documente/coduri/Compostarea.pdf>

PRODUCTION OF SPARE PARTS FOR AGRICULTURAL EQUIPMENT FROM ADVANCED IRON CASTING

PRODUCȚIA DE PIESE PENTRU ECHIPAMENTELE AGRICOLE DIN FONTĂ TURNATĂ AVANSAT

Dr. Hesham Farag¹, Prof. Adel Nofal², Dr. Weal Aly¹

¹Agricultural Engineering Research Institute (AEnRI), Giza, Egypt

²Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI), Cairo, Egypt

E-mail: heshamfaragarc@hotmail.com

Abstract: With the increase of the Agriculture area from 2.5 to 3.6 million Hectares in Egypt, the demand of agricultural mechanization and consequently the need of high performance spare parts would certainly increase. Unfortunately a major part of the consumable spare parts used in that sector still relies in import from abroad at rather expensive prices, which represents a real burden on the national economy. Under a collaborative project between the Agricultural Engineering Research Institute (AEnRI) and the Central Metallurgical Research and Development Institute (CMRDI) and funded by the Egyptian Academy of Scientific Research and Technology, a research study has been done, the aim of this study was to provide locally manufactured spare parts produced from advanced iron casting (ADI). Two kinds of the cultivator blades (spike and sweep blades) were manufactured from different grades of ADI alloys which was ADI375, ADI275, CADI-1 and CADI-2. The physical and chemical properties of that alloys were determined in the laboratory and the results indicated a significant differences of the wear resistance between the original used blades and all the ADI alloys and this resistance was correlated with hardness and the microstructure of the alloys. The four ADI Alloys were used to manufacture the two blades types and all the blades were tested in the field compared with original blades. The results indicated significant differences between the used blades made from steel and all the ADI alloys. The average of the wear resistance rate with the spike blades were 0.25, 0.12, 0.12, 0.055 and 0.024 g/h for the original, ADI375, ADI275, CADI-1 and CADI-2 respectively while for the sweep blades were 0.94, 0.68, 0.56, 0.49 and 0.43 for the original, ADI375, ADI275, CADI-1 and CADI-2.

Keywords: agricultural Equipment - plough shares - austempered ductile iron (ADI) - hardness - wear- Tillage-cultivation

INTRODUCTION

Wear and corrosion are two major factors that cause machinery failure in engineering. Development of advanced materials to combat these damages is a constant trend. ADI alloys exhibit excellent wear and corrosion resistances. Wear of materials occurs in almost every field of engineering, which is one of main causes of machinery failure in terms of material loss. When exposed to a corrosive environment, the synergy of corrosion and wear can render the total material loss much greater than those caused by corrosion and wear respectively. In recent years, material designers have developed several classes of alloys to combat corrosion wear. ADI one of them, which are especially targeted to resist corrosion and wear because they retain good properties over a wide temperature range. The ambitious

ملخص العربي:

مع زيادة المساحة المنزرعة في مصر من 2.5 الى 3.6 مليون هكتار زاد استخدام المعدات الزراعية وارتفعت درجة الميكنة مما أدى الى زيادة الاستهلاك والطلب على قطع غيار الآلات والمعدات الزراعية. ويعتمد السوق المصري على استيراد قطع الغيار بتكلفة عالية او استخدام تلك المنتجة في الورش المحلية من معادن مجهولة. وفي اطار مشروع بحثي بالتعاون بين معهد بحوث الهندسة الزراعية ومركز بحوث وتطوير الفلزات والممول من اكااديمية البحث العلمي والتكنولوجيا كانت تلك الدراسة التي تهدف الى انتاج قطع غيار المعدات الزراعية من سبيكة محلية الصنع عالية الرتبة مقاومة للتآكل. مجموعتين من اسلحة الات العزيق (لسان عصفور- رجل بطّة) تم المقاومة للتآكل مختلفة في الخواص الطبيعية ADI تصنيعهم من سبائك و قد. ADI375, ADI275, CADI-1 CADI-2 والكيمياوية و هم تم اختبار تلك الاسلحة معمليا مقارنة بالاسلحة الاصلية و قد اوضحت بمعدلات اكبر من ADI النتائج مقاومة السبائك المصنعة من سبائك الاسلحة الاصلية المصنعة من الحديد الصلب و تزداد تلك المقاومة بزيادة صلابة السبيكة.

تم اختبار مجموعتين الاسلحة حقليا و مقارنتها باصلية جديدة و قد اظهرت النتائج وجود فروق معنوية واضحة بين معدل التآكل حيث كان معدل ADI للسلح الاصلى و الاسلحة المصنعة من سبائك 0.25, 0.12, 0.12, 0.055, 0.024 للتآكل للاسلحة لسان العصفور بعد 140 ساعة عمل original, ADI375, ADI275, CADI-1 CADI-2. فحين كان معدل التآكل للاسلحة original, 0.94, 0.68, 0.56, 0.49, 0.43 لسبائك ADI375, ADI275, CADI-1, CADI-2. على التوالي.

Cuvinte cheie: echipament agricol – brăzdare plug – fontă ductilă austemperată (FDA) - duritate - uzură - lucrările solului – cultivare

INTRODUCERE

Uzura și coroziunea sunt doi factori majori care determină defectarea mașinilor în inginerie. Dezvoltarea materialelor avansate pentru a combate aceste daune este o tendință constantă. Aliajele din FDA (fontă ductilă austemperată) prezintă rezistențe excelente la uzură și coroziune. Uzura materialelor are loc aproape în orice domeniu al ingineriei, fiind una dintre principalele cauze de defectare a mașinilor prin pierderea de material. Când este expusă unui mediu coroziv, sinergia coroziunii și a uzurii poate reda pierderea totală de material mult mai bine decât cea cauzată de coroziune și respectiv uzură. În ultimii ani, proiectanții de materiale au dezvoltat mai multe clase de aliaje pentru a combate uzura de coroziune. FDA este unul dintre aceste materiale care sunt în special destinate să reziste la coroziune și uzură, pentru că își păstrează bunele proprietăți într-un interval

plans of the Egyptian Government for more extensive mechanization of Agricultural is necessarily related to increased demand of high performance consumable spare parts of enhanced properties, particularly the wear resistance. This property is of special concern because of the abrasive nature of soil and rocks, with which these parts are in permanent contact. The Egyptian market still largely depends either on import or local supply, which very often lacks the rational selection of the proper alloys, suitable to meet the demanding properties of those consumables. This project, is a collaborative initiative between the Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI) and the Agricultural Engineering Research Institute (AENRI), aims at introducing the production technology of agricultural spare parts from advanced iron castings with enhanced wear resistance, such as the austempered ductile iron (ADI). In the last two decades, the revolutionary material, the austempered ductile iron (ADI) with its unique combination of strength, abrasion resistance, toughness, noise and vibration dampening capacity as well as machinability has been finding new applications in various sectors of agricultural applications as a replacement to conventional materials such as cast and forged steels with cost and weight savings. Over the past years, millions of dollars have been spent to make those parts available through import. Modest trials have as well been made to locally manufacture those parts, but unfortunately, the selection of materials used for the manufacturing process was very often far from being optimum. This resulted in too high rate of wear of these parts with the consequent result of lengthy stoppage times of the earth moving or harvesting machines, both would imply excessive economic losses. Several developments have occurred in the past few years regarding the use of advanced iron castings, such as austempered irons in the agricultural industry. Farmers, component designers, agricultural equipment manufacturers and aftermarket agricultural component suppliers all have found unique, cost-effective use for austempered iron components. In addition to the austempered ductile iron (ADI), austempered grey iron (AGI) and carbide austempered ductile iron (CADI) increasingly have found applications in agricultural equipment and component applications [11].

According to [2] the Wear as, it is a process of removal of material from one or both of two solid surfaces in solid state contact, occurring when two solid surfaces are in sliding or rolling motion together. [7] stated that alloys with a low carbon content offer better corrosion resistance. Silicon is an important element in Triballoy alloys to form Laves phase, thus providing wear resistance of the alloys. Solid solution-strengthened alloys are primarily designed for resisting erosion-corrosion and galling, which are enriched with Cr, Mo and W to provide resistance to various corrosive media. The deterioration of surfaces is a very real problem in many industries. Wear is the result of impact, erosion, metal-to-metal contact, abrasion, oxidation, and corrosion, or a combination of these [13]. [16] stated that many Industries face the problem of wear on components in service. Due to wear the components need replacement, which costs money and causes downtime of the equipment. Surfacing is a process of depositing a material layer over a base metal or substrate either to improve surface characteristics like corrosion resistance, wear resistance, etc. or to get the required size or dimension. The economic success of the hard facing process depends on selective application of hard facing material and its chemical composition for a particular

larg de temperatură. Planurile ambițioase ale Guvernului egiptean pentru o mecanizare mai largă a agriculturii sunt în mod necesar legate de cererea crescută de piese de schimb de înaltă performanță consumabile, cu proprietăți îmbunătățite, în special rezistente la uzură. Această proprietate prezintă un interes deosebit datorită naturii abrazive a solului și a rocilor cu care aceste piese se află în contact permanent. Piața egipteană încă depinde în mare măsură de importuri sau de furnizorii locali care, de foarte multe ori, nu dispun de alegerea rațională a aliajelor adecvate, potrivite să asigure proprietățile cerute de acele consumabile. Acest proiect este o inițiativă de colaborare între Institutul Central de Cercetare - Dezvoltare Metalurgică (CMRDI) și Institutul Național de Cercetări pentru Inginerie Agricolă (AENRI), care vizează introducerea tehnologiei de producție a pieselor de schimb pentru agricultură confecționate din fontă turnată avansată, cu rezistență crescută la uzură, cum este fonta ductilă austemperată (FDA). În ultimele două decenii, materialul revoluționar, fonta ductilă austemperată (FDA), cu combinația sa unică de tărie, rezistență la abraziune, duritate, capacitatea de amortizare a zgomotelor și vibrațiilor, precum și de prelucrabilitate, s-au găsit noi aplicații în diverse sectoare agricole ca înlocuirea materialelor convenționale cum ar fi oțelurile turnate și forjate, cu economii de costuri și greutate. În ultimii ani, milioane de dolari au fost cheltuiți pentru a face acele piese disponibile prin intermediul importurilor. S-au făcut modeste încercări de a fabrica acele piese pe plan local, dar din nefericire, alegerea materialelor folosite în procesul de fabricație a fost de cele mai multe ori departe de a fi optimă. Acest lucru avut ca rezultat o rată mare a uzurii acestor piese, cu rezultatul consecutiv al unor timpuri mari de oprire a mașinilor de lucrat solul sau a celor de recoltat, ambele implicând pierderi economice excesive. Mai multe evoluții au avut loc în ultimii ani în ceea ce privește utilizarea pieselor din fontă obținute prin turnarea avansată a acestora, cum ar fi fontele austemperate în industria agricolă. Fermierii, proiectanții de componente, producătorii de echipamente agricole și furnizorii de componente de pe piața pieselor de schimb agricole, toți au găsit în mod unanim rentabilă utilizarea componentelor din fontă austemperată. În plus, față de fonta ductilă austemperată (FDA), fonta cenușie austemperată (FCA) și fonta ductilă carbidică austemperată (FDCA) și-au găsit din ce în ce mai multe aplicații în echipamentele și componentele agricole. [11].

Conform cu [2], uzura este un proces de îndepărtare a materialului de pe una sau de pe ambele suprafețe solide aflate în contact, care apare când două suprafețe solide sunt în mișcare relativă de alunecare sau de rostogolire. [7] a afirmat că aliajele cu un conținut scăzut de carbon oferă o rezistență mai bună la coroziune.

Siliciul este un element important în aliajele Triballoy pentru a forma faza Laves, asigurând astfel rezistența la uzură a aliajelor. Aliajele de soluție solidă întărită sunt în primul rând concepute pentru a rezista la eroziune-coroziune și la uzura prin frecare, fiind îmbogățite cu Cr, Mo și W pentru a le conferi rezistență la diverse medii corozive. Deteriorarea suprafețelor este o problemă foarte reală în multe industrii. Uzura este o problemă de impact, eroziune, contact metal pe metal, abraziune, oxidare și coroziune, sau o combinație a acestora [13]. [16] a afirmat că multe domenii industriale se confruntă cu uzura componentelor aflate în serviciu. Datorită uzurii, componentele trebuie înlocuite, operațiune care costa bani și determină timpii morți ai echipamentului. Acoperirea suprafețelor este un proces de depunere a unui strat de material pe un metal de bază sau substrat fie pentru a îmbunătăți caracteristicile suprafeței cum ar fi rezistența la coroziune, rezistența la uzură etc. sau pentru a se obține mărimea sau dimensiunea cerută. Succesul economic al procesului acoperirii de durificare depinde de aplicarea selectivă a materialului dur de

application. Many studies revealed that carbon and chromium are the major elements which are used in hard facing alloys. It is found that by varying the percentage of carbon and chromium corrosion and wear resistance can be enhanced.

Plows are the main primary soil tillage tool. Soil tillage is concerned with the abrasive wear of soil engaging components. This is a major problem due to material loss, increased cost and higher replacement time for the worn parts of soil tillage equipment. Abrasive wear resistance depends not only on the intrinsic condition of the materials, but also on soil conditions. The main influencing factors include: chemical composition, production history, mechanical properties and the microstructure of the material; particle shape, size, soil strength, density, moisture, and rock and gravel content; and the relative velocity and impact angle between the soil and the tool [17]. According to [9] the average wear on a plowshare is 150 g/ha. Wear on soil engaging implements occurs as a result of both friction and microscopic fracturing on the wear.

A dull plowshare does not effectively cut the soil, and it accelerates the formation of plow pan. Processes that increase wear resistance include: improving the basic material features through heating processes, changing the surface features with cold deformation, choosing the right friction pair, developing strong materials to resist wearing, and coating the materials that are exposed to wear [3]. Loss due to wear is often much more than is estimated, and concrete solutions are needed to reduce this [8]. As a result of wear, a 2 mm shrinkage on the sharp side of a plowshare can cause a 15%-24% increase in the draft [15].

The most influential factors associated with field working conditions seem to suggest that wear is more than a simple process that can be explained by the mechanical properties of a material such as hardness. Materials to be used in soil-engaging components should be hard enough to resist wear, but also tough and strong enough to resist impact and distortion. The wear of soil-engaging components might be reduced to the lowest possible extent by providing an optimum integration of hardness and toughness, which are inversely proportional mechanical properties for a material. Agricultural statistical data for 2011 indicated that there are 82600 plows in use in Egypt which expected to increased to more than 1,200,000, in the 2017.

Wear is generally described as abrasive, adhesive or erosive [4]. Among these types, abrasive wear is the most important due to its destructive character. Abrasive wear is the detachment of the material from surfaces in relative motion, caused by sliding of hard particles between the opposing surfaces; the hard particles normally slide on a softer surface and detach materials from the latter. [5] mentioned to, Wear is defined as damage to a solid surface, generally involving progressive loss of material, due to relative motion between that surface and a contacting substance or surface. Wear due to highly abrasive soils have surface damage characterized by scoring, cutting, deep grooving and gouging, and micromachining, caused by soil constituents moving at a relative velocity of about 1 m/s on a metal surface [6]).

Soil tillage operations consume large amounts of energy and cause significant wear to tillage tools. This leads to lower rates of work, decrease in tillage depth, frequent change-over of the cutting edge and as a consequence, higher operation and product costs. The wear rate of all shares is higher in soils with increasing

acoperire precum și de compoziția sa chimică, pentru o anumită aplicație. Multe studii au arătat că/ carbonul și cromul sunt elementele principale care sunt utilizate în aliajele de durificare a suprafețelor. Se constată că prin variația procentului de carbon și crom, rezistența la coroziune și uzură poate fi îmbunătățită.

Plugurile sunt principalul instrument de lucrare primară a solului. Lucrarea solului se referă la uzura abrazivă a componentelor care pătrund în sol. Aceasta este o problemă majoră din cauza pierderilor de material, a costurilor sporite și a duratei mai mari de înlocuire a pieselor uzate ale echipamentului de lucrat solul. Rezistența la uzură abrazivă depinde nu numai de starea intrinsecă a materialelor, ci și de condițiile de sol. Principalii factori care influențează rezistența la uzură includ: compoziția chimică, istoricul producției, proprietățile mecanice și microstructura materialului; forma particulelor, dimensiunea, rezistența solului, densitatea, umiditatea și conținutul de pietre și pietriș; precum și viteza de impact și unghiul relativ dintre sol și unealtă [17]. Conform cu [9] uzura medie a unui brazdar este de 150 g/ha. Uzura organelor care pătrund în sol apare ca rezultat atât al frecării cât și al fracturării microscopice de-a lungul uzurii.

Un brazdar tocit nu taie solul în mod eficient și aceasta accelerează formarea penei plugului. Procesele care duc la creșterea rezistenței la uzură includ: îmbunătățirea caracteristicilor materialului de bază prin procese de încălzire, modificarea caracteristicilor suprafeței prin deformare la rece, alegerea perechii corecte de frecare, elaborarea materialelor rezistente la uzură și acoperirea materialelor care sunt expuse uzurii [3]. Pierderile datorită uzurii sunt adesea mult mai mari decât se estimează, și sunt necesare soluții concrete pentru a le reduce [8]. Ca urmare a uzurii, o micșorare cu 2 mm în zona ascuțită a unui brazdar poate provoca o creștere de 15% -24% a cheltuielilor efective totale [15].

Factorii cei mai influenți asociați cu condițiile de lucru din câmp par să sugereze că uzura este mai mult decât un simplu proces, ea putând fi explicată prin proprietățile mecanice ale unui material, cum ar fi duritatea. Materialele utilizate în componentele de prelucrare a solului trebuie să fie suficient de dure pentru a rezista la uzură, dar, de asemenea, rezistente și suficient de puternice pentru a rezista la impact și la șocuri. Uzura organelor de lucrat solul ar putea fi redusă la cea mai mică posibil prin furnizarea unei integrări optime a durității și tenacității, care sunt proprietăți mecanice invers proporționale ale unui material. Datele statistice agricole pentru 2011 au indicat că există 82600 pluguri utilizate în Egipt care urmează să crească la mai mult de 1.200.000, în 2017.

Uzura este în general descrisă ca abrazivă, adezivă sau erozivă [4]. Printre aceste tipuri, uzura abrazivă este cea mai importantă datorită caracterului său distructiv. Uzura abrazivă este desprinderea materialului de pe suprafețele în mișcare relativă, cauzată de alunecarea particulelor dure între suprafețele opuse; particulele dure alunecă în mod normal pe o suprafață mai moale și detașează material de pe ultima. [5] menționează că uzura se definește ca deteriorarea unei suprafețe solide, implicând în general pierderea progresivă de material, datorită mișcării relative dintre acea suprafață și o substanță sau o suprafață de contact. Piese cu uzură din cauza solurilor foarte abrazive au suprafața deteriorată caracterizată prin formare a canelurilor, tăieturilor, ciopli adâncă, crațuire și microprelucrare, cauzate de constituienții solului care se deplasează cu o viteză relativă de circa 1 m/s pe o suprafață metalică [6]).

Operațiunile de lucrare a solului consumă cantități mari de energie și provoacă uzura semnificativă a organelor de lucru. Acest lucru duce la rate reduse ale productivității,

sand fraction; the main factors affecting wear rate include chemical composition, hardness, and soil physical factors [10]. According to [1], in Turkey, there is on average 90–210 g/ha of wear in a ploughshare, 60–120 g/ha wear in cultivator sweeps and 30–70 g/ha wear in harrow tines. This indicates that among these tillage tools, the ploughshare experiences the most wear in soils. If the ploughshare is not replaced when it becomes worn, the plough will not cut into the soil or turn the soil well and ploughing will be very difficult. The wear characteristics of a soil are related to the type of abrasives and stones present. [14] studied the behavior of plough shares wearing under condition of sandy loamy soil, the results of the experiment could be concluded as, Average wearing rate, average wearing resistance, and share expected life values were 1.52, 2.43 and 2.93 g/h; 2.09, 1.16 and 0.954 km/g; 187.40, 114.07 and 93.32 hours for the three experimented front shares A, B and C respectively under soil moisture content of 8% Average wearing rate, average wearing resistance and share expected life values were 2.07, 2.63 and 3.32 g/h; 1.41, 1.07 and 0.840 km/g; 141.10, 106.60 and 83.03 hours for the three experimented front shares A, B and C respectively under soil moisture content of 11% Average wearing rate, average wearing resistance, and share expected life values were 1.41, 2.21 and 2.66 g/h; 2.65, 1.70 and 1.05 km/g; 198.86, 125.16 and 101.76 hours for the three experimented rear shares A, B and C respectively under soil moisture content of 8% Average wearing rate, average wearing resistance and share expected life values were 1.96, 2.50 and 3.09 g/h; 1.51, 1.13 and 0.90 km/g; 148.71, 112.60 and 105.00 hours for the three experimented rear shares A, B and C respectively under soil moisture content of 11%

The research aims at introducing the available knowledge and experience to manufacture selected prototype castings from ADI as replacement for those manufactured from conventional material and demonstrate their high performance in different fields of agricultural engineering. The preliminary results indicate that economic indices of the ground engaging operation have been enhanced through increase of life time, decrease of wear rate of moving parts and minimizing the idle times needed to replace those parts. The results show the importance of selecting the proper grade of ADI with specific wear/ toughness combination, when used in heavy clay soil.

MATERIAL AND METHOD

The field work was conducted at the Rice Mechanization Center (RMC) farm in the north of Egypt during 2013 - 2014 seasons. The soil type was Clay and during the research works the, moisture content ranged from 10 to 15 % with average bulk density 1.3 g/cm³ and a penetration resistance mean 16.3 kg/cm². The spare parts chosen to manufacture were recommended by the farm machinery producers, users and technicians depending on a survey done by the research staff in five governorates all over Egypt. Depending on the survey results the most of farm machinery parts faced the wear action: Chisel plough, cultivator blades, gears, planter ditchers and milling hummers. In this study two types of cultivator blades (chisel plow spike and chisel plow sweeps). Figure 1 shows the engineering drawing of that parts which simulated the original standard parts.

scăderea adâncimii de lucru, frecvente schimbări ale muchiei de tăiere și ca o consecință, costuri de operare și de producție mai mari. Rata de uzură a tuturor organelor este mai mare în solurile nisipoase; principalii factori care afectează rata de uzură includ compoziția chimică, duritatea și proprietățile fizice ale solului [10]. Conform cu [1], în Turcia uzura medie a unui brăzdar este de circa 90-210 g / ha, uzura cuțitelor de cultivator este de circa 60-120 g / ha iar uzura colților la grape este de 30–70 g/ha. Acest lucru indică faptul că printre aceste organe de lucru, brăzdarele suferă cele mai mari uzuri în sol. Dacă brăzdarul nu este înlocuit când se uzează, plugul nu va mai tăia solul sau nu-l va mai răsturna corect iar aratul va fi foarte dificil de efectuat. Caracteristicile de uzură ale unui sol sunt legate de tipul de materiale abrazive și de pietrele prezente pe teren. [14] a studiat comportamentul brăzdarelor de plug la uzură în condiții de sol argilos nisipos, rezultatele experimentului concluzionând că rata medie a uzurii, rezistența medie la uzură, și valorile preconizate ale duratei de viață ale fierului de plug au fost 1,52, 2,43 și 2,93 g/h; 2,09, 1,16 și 0,954 km/g; 187,40, 114,07 și 93,32 ore pentru cele trei brăzdare frontale experimentate, A, B și respectiv C, cu o umiditate a solului de 8%. Rata medie a uzurii, uzura medie, rezistența medie la uzură și durata preconizată de viață a cuțitului de plug a avut următoarele valori: 2,07, 2,63 și 3,32 g/h; 1,41, 1,07 și 0,840 km/g; 141,10, 106,60 și 83,03 ore pentru cele trei organe frontale experimentate A, B și respectiv C cu o umiditate a solului de 11% Rata medie a uzurii, uzura medie, rezistența medie la uzură și durata preconizată de viață a cuțitului de plug a avut următoarele valori: 1,41, 2,21 și 2,66 g/h; 2,65, 1,70 și 1,05 km/g; 198,86, 125,16 and 101,76 ore pentru cele trei organe frontale experimentate A, B și respectiv C cu o umiditate a solului de 8% Rata medie a uzurii, uzura medie, rezistența medie la uzură și durata preconizată de viață a cuțitului de plug a avut următoarele valori: 1,96, 2,50 și 3,09 g/h; 1,51, 1,13 și 0,90 km/g; 148,71, 112,60 și 105,00 ore pentru cele trei organe frontale experimentate A, B și respectiv C cu o umiditate a solului de 11%.

Cercetarea are ca obiectiv introducerea cunoștințelor și experienței disponibile pentru fabricarea pieselor prototip selectate turnate din FDA ca înlocuitor pentru cele fabricate din material convențional precum și demonstrarea performanțelor ridicate ale acestora în diferite domenii ale ingineriei agricole. Rezultatele preliminare indică faptul că indicatorii economici ai operațiunii de mobilizare a solului au fost îmbunătățiți prin creșterea duratei de viață, scăderea ratei de uzură a pieselor în mișcare și minimizarea timpilor de inactivitate necesari pentru înlocuirea acestor componente. Rezultatele arată importanța alegerii clasei adecvate de FDA cu o combinație specifică tenacitate / uzură, atunci când se utilizează în sol argilos greu.

MATERIAL ȘI METODA

Activitatea în câmp s-a efectuat la Centrul de Mecanizare a Orezului (RMC), fermă aflată în nordul Egiptului, în timpul sezoanelor 2013 - 2014. Tipul de sol a fost argilos și în timpul lucrărilor de cercetare conținutul de umiditate a variat între 10 și 15% având o densitate medie globală de 1,3 g/cm³ și o rezistență la penetrare medie de 16,3 kg/cm². Piese de schimb alese pentru fabricație au fost recomandate de către producătorii de mașini agricole, utilizatori și tehnicieni în funcție de un sondaj de opinie realizat de către personalul de cercetare în cinci guvernorate de pe întreg teritoriul Egiptului. În funcție de rezultatele sondajului, cele mai multe piese de mașini agricole s-au confruntat cu acțiunea uzurii: plug cizel, brăzdare de cultivator, roți dințate, organele active ale plantatoarelor și cuțitele frezelor agricole. În această lucrare s-au luat în studiu două tipuri de brăzdare de cultivator agricol (brăzdare de cizel tip daltă și tip săgeată). Figura 1 arată ingineria proiectării acestor piese care au simulat piesele standard originale.

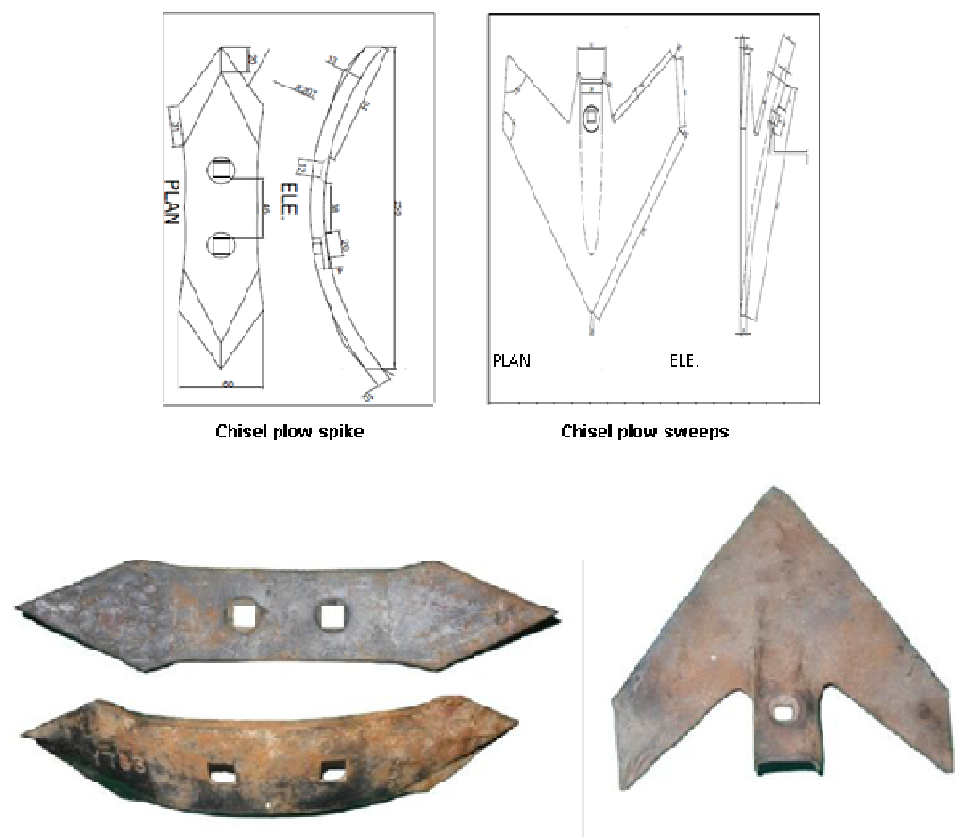


Fig. 1 – The original used blades

The original used parts were tested in the laboratory to determine the chemical and physical properties. The principle of the analysis method of SPECTRO's stationary metal analyzers is optical emission spectroscopy.

- Sample material is vaporized on the spark stand by an arc or spark discharge. The atoms and ions contained in the atomic vapor are excited into emission of radiation.

- The radiation emitted is passed to the spectrometer optics via an optical fibre, where it is dispersed into its spectral components. From the range of wavelengths emitted by each element, the most suitable line for the application is measured by means of a photomultiplier.

- The radiation intensity, which is proportional to the concentration of the element in the sample, is recalculated internally from a stored set of calibration curves and can be shown directly as percent concentration.

Piesele originale utilizate au fost testate în laborator pentru determinarea proprietăților chimice și fizice. Principiul metodei de analiză a analizoarelor staționare de metale SPECTRO este spectroscopia optică de emisie.

- Eșantionul de material este vaporizat pe standul de descărcări de o descărcare în arc sau o scânteie. Atomii și ionii conținuți în vaporii atomici sunt excitați într-o emisie de radiație.

- Radiațiile emise sunt trecute prin optica spectrometrului printr-o fibră optică, unde este dispersată în componentele sale spectrale. Din gama de lungimi de undă emise de fiecare element, cea mai potrivită linie de aplicare se măsoară cu ajutorul unui fotomultiplicator.

- Intensitatea radiației, care este proporțională cu concentrația elementului în probă, este recalculată intern dintr-un set stocat de curbe de calibrare și poate fi afișată direct sub formă de procent de concentrație.

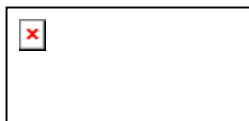


Fig. 2 - The emission spectrometer

Vickers Hardness Testing Method

The Vickers hardness test method consists of indenting the test material with a diamond indenter, in the form of a right pyramid with a square base and an angle of 136 degrees between opposite faces subjected to a load of 1 to 100 kg.

- The full load is normally applied for 10 to 15 seconds.
- The two diagonals of the indentation left in the surface of the material after removal of the load are measured using a microscope and their average calculated.
- When the mean diagonal of the indentation has been determined the Vickers hardness may be calculated from the formula;



where: • F = Load in kg,

• d = Arithmetic mean of the two diagonals, d_1 and d_2 in mm, and

• HV = Vickers hardness.

Metoda Vickers de testare a durității

Metoda Vickers de testare a durității constă în amprentarea materialului de testare cu un penetrator din diamant, în formă de piramidă dreaptă cu baza pătrată și un unghi de 136° de între fețele opuse supuse unei încărcări de 1 la 100 kg.

- Sarcina completă este aplicată în mod normal timp de 10 până la 15 secunde.
- Cele două diagonale ale amprentei lăsate în suprafața materialului după îndepărtarea sarcinei se măsoară cu ajutorul unui microscop și se calculează media lor.
- Când diagonala medie a amprentei a fost determinată se poate calcula duritatea Vickers cu formula;

$$HV = 1,854 \frac{F}{d^2} \text{aproximativ} \quad (1)$$

unde: • F = Încărcarea în kg;

• d = Media aritmetică a celor două diagonale, d_1 și d_2 în mm, și

• HV = Duritatea Vickers.

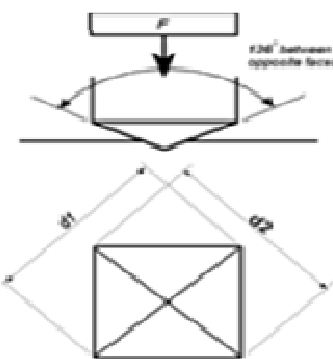


Fig. 3 - Hardness and microhardness measurement

Wear Testing Method

•This test method describes a laboratory procedure for determining the wear of materials during sliding using a pin-on-disk apparatus.

•This test method may be applied to a variety of materials. The only requirement is that specimens having the specified dimensions can be prepared and that they will withstand the stresses imposed during the test without failure or excessive flexure.

•The typical pin specimen is cylindrical in shape. Typical cylindrical pin specimen diameters range from 7 to 8 mm with length 12 mm.

•The amount of wear is determined by weighing specimen before and after the test.

Test Parameters

- Load—values of the load in lb at the wearing contact.
- Speed—the relative sliding speed between the contacting surfaces in rpm.
- Distance—the accumulated sliding distance in meters.

Metoda de testare a uzurii

•Această metodă de testare descrie o procedură de laborator pentru determinarea uzurii materialelor în timpul alunecării folosind un dispozitiv de fixare pe disc.

•Această metodă de testare poate fi aplicată unei mari varietăți de materiale. Singura cerință este că exemplarele având dimensiunile specificate pot fi pregătite și că ele vor suporta solicitările impuse în timpul încercării fără să cedeze sau să fixeze excesiv.

•Eșantionul tipic este de formă cilindrică. Diametrele tipice ale eșantioanelor variază între 7 și 8 mm, având lungimea de 12 mm.

•Mărimea uzurii se determină prin cântărirea eșantionului înainte și după testare.

Parametrii de testare

- Încărcarea - valori ale sarcinii în kgf pe suprafața de contact supusă uzurii.
- Viteza—viteza relativă de alunecare între suprafețele în contact în rpm.
- Distanța—distanța de alunecare acumulată în metri.



Fig. 4 - Wear and friction coeff. Test

RESULTS AND DISCUSSION

The two types of original blades were analyzed to determine the chemical composition of each. Table (1) shows the chemical composition of the original used blades

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cele două tipuri de brăzdare originale au fost analizate pentru a determina compoziția chimică a fiecăruia. Tabelul (1) arată compoziția chimică a brăzdarelor originale utilizate.

Chemical composition of the original used blades

Table 1

Element %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Cu	W	Fe
Chisel plow spike	0.64	0.286	0.699	0.011	0.017	0.048	0.014	0.050	0.013	98.15
Chisel plow sweep	0.264	0.326	1.2	0.017	0.003	0.486	0.05	0.137	0.011	97.43

The analysis indicated that both of the cultivators / ploughs blades are made from steel without hardening heat treatment. The Fe (Iron) percentages were 98.15 and 97.43 for both of the chisel plow spike and chisel plow sweep respectively. The physical properties of the two types of the blades are shown in table (2).

Analiza a indicat faptul că ambele cuțite de cultivator / plug sunt realizate din oțel fără tratament termic de întărire. Procentul de Fe (Fier) a fost de 98,15 și 97,43 pentru cele două piese de cizel, tip daltă și respectiv săgeată. Proprietățile fizice ale celor două tipuri de brăzdare sunt prezentate în tabelul (2).

The main physical properties of the used original blades

Table 2

	Dimensions mm		Hardness HV	Weight grams	Weight losses grams	
	Length	Thickness			0.5 bar	0.8 bar
Chisel plow spike	250	10-13	425	289	0.065	0.14
Chisel plow sweep	162	6-15	340	478	0.047	0.12

Table 3

The chemical composites of the ADI and CADI alloys

Elements	C	Si	Mn	Cu	Mo	Cr
ADI-375	3.62	2.53	0.35	0.51	0.28	-
ADI-275	3.62	2.53	0.35	0.51	0.28	-
CADI-1	3.58	2.51	0.37	0.53	0.31	0.98
CADI-2	3.58	2.51	0.37	0.53	0.31	1.89

The physical properties of the blades manufactured from the ADI and CADI alloys including the microstructure, hardness and wear resistance were determined in the laboratory, the results shown in table 4.

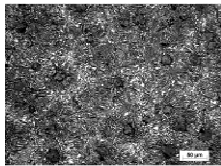
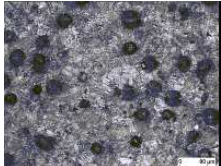
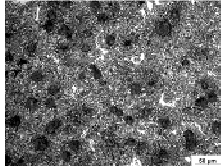
The statistical analysis of the laboratory results showed insignificant differences between the two original blades in the weight losses (wear resistance) at the two pressure levels 0.5 and 0.8 bar while there is a significant difference of weight loss rate between the original blades and all the ADI and CADI alloys at the two pressure levels.

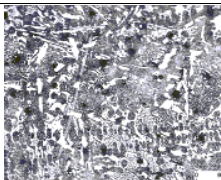
Proprietățile fizice ale brăzdarelor fabricate din aliaje de FDA și FDCA inclusiv microstructura, duritatea și rezistența la uzură au fost determinate în laborator, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 4.

Analiza statistică a rezultatelor de laborator a relevat diferențe nesemnificative între cele două brăzdare originale privind pierderile de greutate (rezistența la uzură) la cele două niveluri de presiune de 0,5 și 0,8 bar în timp ce există o diferență semnificativă a ratei de pierdere în greutate între brăzdarele originale și toate aliajele FDA și FDCA la cele două niveluri de presiune.

Table 4

The physical properties and the microstructure of the ADI Alloys

ADI-Grade	Microstructure	Wight losses		Hardness HV	Microstructural Constituents
		0.5 bar	0.8		
ADI-375		0.04	0.06	320	With increased austempering temperature, the ferrite becomes coarser with increased amount of retained austenite with typical ausferritic structure. This is expected to result in a substantial increase in ductility and machinability with a reduction in strength and hardness. / Cu temperatură de austemperare crescută, ferita devine mai grosieră cu o cantitate crescută de austenită reziduală cu structură ausferritică tipică. Este de așteptat ca acest lucru să conducă la o creștere substanțială a ductilității și prelucrabilității cu o reducere a rezistenței și durității.
ADI-275		0.03	0.039	420	An acicular (needle-like) ferritic phase with only a small amount of retained austenite. The fine ausferritic structure usually provides high tensile strength, hardness, abrasion resistance, but only limited ductility and poor machinability / O fază ferritică aciculară (în formă de ac) cu doar o cantitate mică de austenită reziduală. Structura ausferritică fină oferă, de obicei, rezistență ridicată la rupere, duritate, rezistența la abraziune, însă doar o ductilitate limitată și o prelucrabilitate slabă
CADI-1		0.01	0.025	495	Higher-austempering temperature at 375°C results in coarsening of the ausferritic structure. The carbides appear in the typical form of ledeburitic structure (eutectic carbides with eutectic austenitic globules) / Temperatura mai ridicată de austemperare de 375°C conduce la înăsprirea structurii ausferritice. Carburile apar sub formă tipică de structuri ledeburitice (carburi eutectice cu globule austenitice eutectice)

CADI-2		0.008	0.02	580	Same Structure of CADI-1 with increase in carbides percent / Aceași structură de FDCA-1 cu creșterea procentului de carburi

Field experiment

The field experiments have been done to test all the manufactured new blades, made from the ADI or CADI alloys compared with the Original blades. Four cultivators includes five shares were used, first and second cultivators were fitted by the chisel plow spike blades one original and four from the ADI and CADI alloys. The third and the fourth were fitted by chisel plow sweep blades one is original and the others from the new alloys. The four equipments worked in the same soil type have the same working conditions for 140 hours.

The weight losses was measured every twenty operating hours and the average record is shown in table 5 , 6 and Figures 5, 6 for both of the chisel plow spike and the chisel plow sweep.

Experimentarea în câmp

Experimentele de câmp au fost efectuate pentru a testa toate noile brăzdare fabricate, confecționate din aliaje de FDA sau FDCA comparativ cu brăzdarele originale. S-au folosit patru cultivatoare cu cinci organe de lucru, primul și al doilea cultivatoare au fost echipate cu brăzdare tip daltă de cizel, una originală și patru confecționate din aliaje de FDA și FDCA. Al treilea și al patrulea au fost echipate cu brăzdare chisel tip săgeată, una fiind originală iar celelalte din aliajele noi. Cele patru echipamente au lucrat în același tip de sol, având aceleași condiții de lucru timp de 140 de ore.

Pierderile de greutate au fost măsurate la fiecare douăzeci de ore de funcționare și înregistrarea medie este prezentată în tabelele 5, 6 și Figurile 5, 6 pentru ambele tipuri de brăzdare folosite, cele de tip daltă și cele de tip săgeată.

Table 5

The weight losses of chisel plow spike blades during the operating time

Operating hours	Original blade	ADI375	ADI275	CADI1	CADI2
0	0	0	0	0	0
20	5.5	2.6	2.4	1.1	0.48
40	11.5	5.1	4.8	2.2	0.96
60	16.8	7.7	7.2	3.3	1.44
80	22.5	10	9.6	4.4	1.92
100	26	12	12	5.5	2.4
120	31.5	14.5	14.4	6.6	2.88
140	35.7	16.7	16.8	7.7	3.36

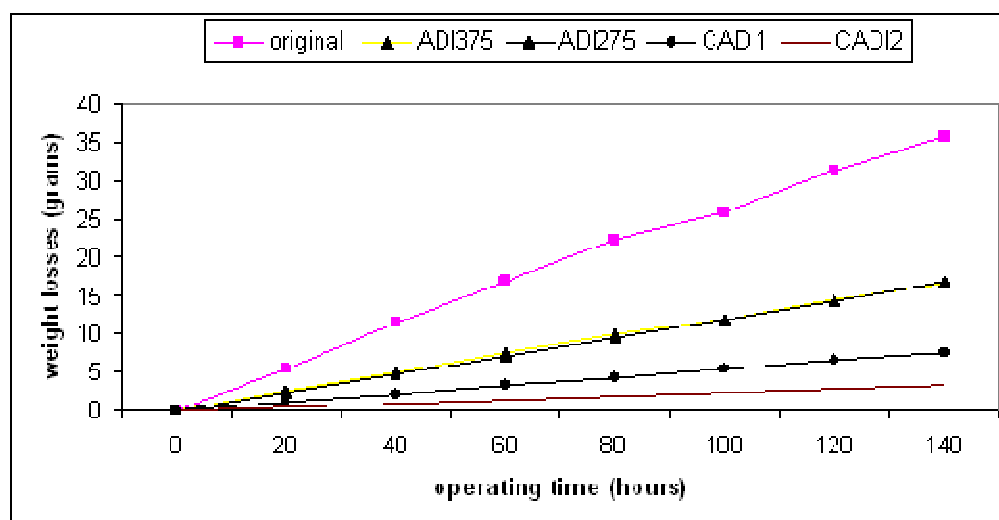


Fig. 5 - The losses weight of the different chisel plow spike blades

Table (5) and Figure (5) showed the average weight losses during the field test of the Spike blades. It observes that the wear rate was 0.25, 0.12, 0.12, 0.055

Tabelul (5) și Figura (5) prezintă pierderile medii de greutate în timpul testelor de teren a brăzdarelor daltă. Se observă că rata de uzură a fost de 0,25, 0,12, 0,12,

and 0.024 g/h for the original, ADI375, ADI275, CADI-1 and CADI-2 respectively. The results clearly indicated significant differences between the wear rate of the original blades compared with all the ADI alloys, the CADI-2 was found to be the highest wear resistant compared with the other alloys.

0,055 și 0,024 g / h pentru original, ADI375, ADI275, CADI-1 și respectiv CADI-2. Rezultatele au indicat în mod clar diferențe semnificative între rata de uzură a brăzdarelor originale comparativ cu toate aliajele FDA; CADI-2 sa dovedit a fi cea mai rezistentă la uzură în comparație cu celelalte aliaje

Table 6

The losses weight of chisel plow sweep blades during the operating time

Operating hours / Ore de funcționare	Original blade / Lama originală	ADI375	ADI275	CADI1	CADI2
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	18.40	14.00	11.00	9.80	8.80
40	36.80	28.00	22.00	19.60	17.60
60	55.20	42.00	33.00	29.40	26.40
80	73.60	56.00	44.00	39.20	35.20
100	92.00	70.00	55.00	49.00	44.00
120	110.40	84.00	66.00	58.80	52.80
140	131.20	95.50	79.00	68.70	60.70

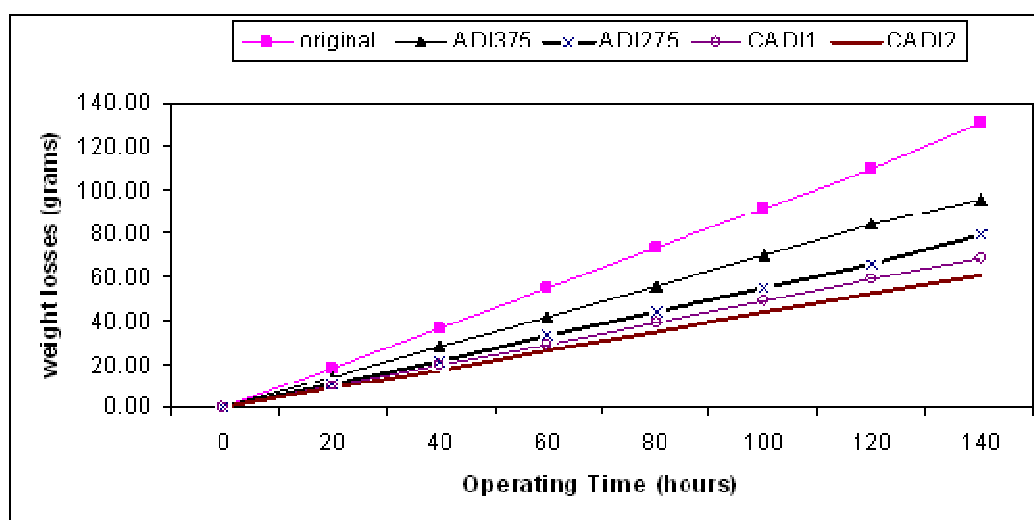


Fig. 6 - The losses weight of the different chisel plow sweep blades

Table (6) and Figure (6) indicated the average weight losses during the field test of the Sweep blades. It appears that the wear rate was 0.94, 0.68, 0.56, 0.49, and 0.43 for the original, ADI375, ADI275, CADI-1 and CADI-2 respectively. Although the carbide alloy (CADI-2) showed the highest wear resistance, one of the blades made from that alloy was broken due to high impact loading after 60 hrs operating time. The carbide content in the structure imparts very high tribological properties, but apparently it decreases its impact toughness properties.

The selection of ADI plough blades should be very carefully made depending on the soil nature. Carbide ADI (CADI-1% and CADI-2) will perform very well under abrasive soil conditions, but may be not the optimum choice when the blades are working in a rocky soil, where a high impact loading may be expected during service.

Tabelul (6) și Figura (6) indică pierderile medii de greutate în timpul testelor de teren, a brăzdarelor tip săgeată. Se observă că rata de uzură a fost de 0,94; 0,68, 0,56; 0,49 și 0,43 pentru original, ADI375, ADI275, CADI-1 și respectiv CADI-2. Deși aliajul carbide (CADI-2) a arătat cea mai mare rezistență la uzură, unul dintre brăzdarele realizate din acest aliaj s-a spart din cauza impactului mare după 60 de ore de funcționare. Conținutul de carbură din structură conferă proprietăți tribologice foarte ridicate, dar aparent acesta scade proprietățile de duritate de impact.

Alegerea brăzdarelor de plug din FDA trebuie făcută foarte atent în funcție de natura solului. FDA carbide (CADI-1 și CADI-2) se va comporta foarte bine în condiții de sol abraziv, dar poate să nu fie alegerea optimă când brăzdarele lucrează într-un sol pietros, în care este de așteptat o încărcare de mare impact în timpul funcționării.



Fig. 7 - Breaking of the sweep blade



Fig. 8 - Broken sweep blade at the end of the experiment field

Generally the wear rate is increased at the Sweep type blades compared with that of spike shape due to increasing of the surface exposed to the soil action, which increased the fracturing rate. The researchers' team suggested the use of the ADI-375 and ADI-275 alloys to produce the cultivators and ploughs blades and shares especially with the heavy soils.

CONCLUSION

1. This work under a collaborative project between Agricultural Engineering Research Institute (AEnRI) and The Central Metallurgical R&D Institute (CMRDI) and was funded by the Egyptian Academy of Scientific Research and Technology to produce a locally manufactured spare parts.
2. The austempered ductile iron (ADI) is suitable to produce the tillage and cultivator blades.
3. The results indicated that the wear rate in the experimental field is correlated with the laboratory tests and the alloys microstructure.
4. The CADI-1 has the heights wear resistance followed by ADI 275 and ADI 375 without any crack or fracture after 140 of the operating hours, but it is not suggested to use the Carbide ADI to produce the soil tillage parts, when working under high impact conditions.
5. It is recommended to conduct more researches works to study the effect of the different soil types and of the moisture content of them on the wear rate.

REFERENCES

- [1]. Bayhan Y (2006) - *Reduction of wear via hard facing of chisel ploughshare*, Tribology International, 39(6): 570-574.
- [2]. Bhushan B., Gupta B. K. (1991) - *Material coating and surface treatments*, Handbook of tribology. New York: McGraw-Hill
- [3]. Demirci AH (1982) - *Eutectoids friction abrasion test on the standard of the newly constructed six-alloy steel, heat treatment, depending on the examination*, Associate Professor thesis. Ege University, Faculty of Engineering.
- [4]. Erupar B. (2006) - *Wear of plowshare components in SAE 950C steel surface hardened by powder boriding*. Wear 261: 251-255.
- [5]. Francis K. (2011) - *Development and evaluation of an abrasive wear test equipment*, Department of Agricultural Engineering, University of Science and Technology, MASTER OF SCIENCE (Agricultural Machinery Engineering), College of Engineering, School of Graduate Studies.
- [6]. Harris, C.K, Broussard, J.P and Keska, J.K (2002) - *Determination of Wear in a Tribo-System*, Proceedings of the 2002 ASEE Gulf-Southwestern Annual Conference, The University of Louisiana at Lafayette, March 20-22,

In general, rata uzurii este crescută la brăzdarele tip săgeată comparativ cu aceea a brăzdarelor tip daltă datorită creșterii suprafeței expuse la acțiunea solului, care a crescut rata de fracturare. Echipa de cercetători a sugerat utilizarea aliajelor ADI-375 și ADI-275 pentru producerea cuțitelor și brăzdarelor de cultivatoare și pluguri în special pentru solurile grele.

CONCLUZII

1. Această lucrare s-a desfășurat în cadrul unui proiect de colaborare între Institutul de Cercetări pentru Inginerie Agricolă (AEnRI) și Institutul Central de Cercetare - Dezvoltare Metalurgică (CMRDI) și a fost finanțată de Academia Egipteană de Cercetare Științifică și Tehnologie pentru producerea de piese de schimb de fabricație locală.
2. Fonta ductilă austemperată (FDA) este adecvată pentru producerea brăzdarelor uneltelor de lucrat solul și cultivatoarelor.
3. Rezultatele au indicat faptul că rata de uzură în câmpul experimental este corelată cu testele de laborator și cu microstructura aliajelor.
4. Materialul CADI-1 are cea mai mare rezistență la uzură, urmat de ADI 275 și de ADI 375 fără nici o fisură sau fractură după 140 de ore de funcționare, dar nu se recomandă să se utilizeze FDA Carbide pentru producerea pieselor uneltelor de lucrat solul, atunci când se lucrează în condiții de mare impact.
5. Se recomandă efectuarea mai multor lucrări de cercetare pentru studierea efectului diferitelor tipuri de sol și al conținutului de umiditate al acestora asupra ratei de uzură.

REFERENCES

- [1]. Bayhan Y (2006) - *Reducerea uzurii prin durificarea de suprafață a brăzdarului de plug cizel*, Tribology International, 39(6): 570-574.
- [2]. Bhushan B., Gupta B. K. (1991) - *Acoperirea materialelor și tratamente de suprafață*, Manual de tribologie. New York: McGraw-Hill
- [3]. Demirci AH (1982) - *Otektoidal alaşımsız celiklerin yeni imal edilen bir sirtunme aşınma deney standardında, ısıt işlemlere bağlı olarak incelenmesi*. Docentlik Tezi. Ege Üniversitesi Muhendislik Fakultesi.
- [4]. Erupar B. (2006) - *Uzura componentelor brazdarelor din oțel SAE 950C cu suprafața durificată prin borurare cu pulbere*. Uzura 261: 251-255.
- [5]. Francis K. (2011) - *Dezvoltarea și evaluarea unui echipament abraziv de încercare la uzură*, Catedra de Inginerie Agricolă, Universitatea de Știință și Tehnologie, MASTER OF SCIENCE (Ingineria Mașinilor Agricole), Colegiul de Inginerie, Școala de studii postuniversitare.
- [6]. Harris, C.K, Broussard, J.P and Keska, J.K (2002) - *Determinarea uzurii unui Sistem tribologic. Conferința anuală 2002 ASEE Gulf-Southwestern*, Universitatea Louisiana din Lafayette, 20-22 Martie 2002 Copyright 2002, American Society for Engineering Education.

2002, Copyright 2002, American Society for Engineering Education.

[7]. J. R. Davis (2000) - *Nickel, Cobalt, and Their Alloys*, ASM International, Materials Park, OH.

[1]. [8]. Karamiş MB (1987) - *Türk agricultural sector loss by erosion of soil due to processing machinery*. In Proc. 3rd. International Mechanisation and Energy Symposium. İzmir.

[9]. Mutaf E, Ulusoy E (1977) - *Tillage tools wear of some of the steel used in different organs in thermal processing laboratory and wear resistance under field conditions*. TUBİTAK Publications, No: 227, Ankara.

[10]. Natsis A., Petropoulos G., Pandazaras G (2008) - *Influence of soil conditions on mouldboard ploughshare abrasive wear*. Tribology International. 41 (2008) 151–157.

[11]. Nofal, A. (2014) - *Proceedings of the World Foundry Congress, 19-21 May 2014, Bilbao, Spain*.

[12]. Oz İH (1979) - *Ziraat Makinaları*, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

[13]. Stokes J. (2008) - *Theory and Application of the High Velocity Oxy-Fuel (HVOF), Thermal Spray Process*. Dublin City University, ISBN 1-87232-753-2, ISSN 1649-8232.

[14]. T. Fouda, El-Tarhuny M. (2007) - *A study on ploughshares wearing behavior under conditions of sandy loam soil*, Misr J. Ag. Eng., 24(4): 831-848.

[15]. Vang B, Levy A.B. (1988) - *Erosion of hard material coating systems*. Wear 121: 325-346.

[16]. Vineet S., Chawla V. (2013) - *Mechanica Confab* ISSN: 2320-2491, Vol. 2, No. 3, April-May.

[17]. Yu H.J, Bhole S.D. (1990) - *Development of a prototype abrasive wear tester for tillage tool materials*, Tribology International 23: 309–316.

[7]. J. R. Davis (2000) - *Nichelul, cobaltul și aliajele lor*, ASM International, Materials Park, OH.

[8]. Karamiş MB (1987) - *Pierderile energetice prin uzura elementelor de prelucrare a solului în sectorul agricol din Turcia*. In Proc. 3rd. International Mechanisation and Energy Symposium. İzmir.

[9]. Mutaf E, Ulusoy E (1977) - *Unelte pentru prelucrarea solului. Câteva organe diferite de oțel din comerț supuse tratamentului termic și testate de Laboratorul Gore pentru rezistența la uzură în condiții de câmp*. TUBİTAK Ediția nr: 227, Ankara.

[10]. Natsis A., Petropoulos G., Pandazaras G (2008) - *Influența condițiilor de sol asupra uzurii prin abraziune a brăzdarelor cu cormană*. Tribology International. 41 (2008) 151–157.

[11]. Nofal, A. (2014) - *Lucrările Congresului Mondial de Turnătorie, 19-21 Mai 2014, Bilbao, Spain*.

[12]. Oz İH (1979) - *Mașini agricole, Publicatiile Universitatii Tehnice din Istanbul*, İstanbul.

[13]. Stokes J. (2008) - *Teoria și aplicarea vitezelor înalte cu combustibil de oxigen (HVOF), Procesul de pulverizare termică*. Dublin City University, ISBN 1-87232-753-2, ISSN 1649-8232.

[14]. T. Fouda, El-Tarhuny M. (2007) - *Studiu privind comportamentul brăzdarele de plug la uzura în condiții de sol argilos nisipos*, Misr J. Ag. Eng., 24(4): 831-848.

[15]. Vang B, Levy A.B. (1988) - *Eroziunea sistemelor acoperite cu materiale dure*. Uzura 121: 325-346.

[16]. Vineet S., Chawla V. (2013) - *Mechanica Confab* ISSN: 2320-2491, Vol. 2, No. 3, April-May.

[17]. Yu H.J, Bhole S.D. (1990) - *Dezvoltarea unui prototip de testare la uzură abrazivă pentru materialele organelor de lucrat solul*, Tribologie Internațională 23: 309–316.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Article Types

Three types of manuscripts may be submitted:

1. **Regular articles:** These should describe new and carefully confirmed findings, and experimental procedures should be given in sufficient detail for others to verify the work. The length of a full paper should be the minimum required to describe and interpret the work clearly (max. 8 pages, even number);
2. **Short Communications:** A Short Communication is suitable for recording the results of complete small investigations or giving details of new models or hypotheses, innovative methods, techniques or apparatus. The style of main sections has not necessarily to be in accordance with that of full-length papers (max. 6 pages, even number);
3. **Reviews:** Submissions of reviews and perspectives covering topics of current interest are welcome and encouraged (max. 8 pages, even number).

Review Process

All manuscripts are reviewed by the 2 members of the Scientifically Review. Decisions will be made as rapidly as possible, and the journal strives to return reviewers' comments to authors in approx. 3 weeks. The editorial board will re-review manuscripts that are accepted pending revision.

NOTE:

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before (excepting as an abstract or as part of a published lecture, or thesis) that it is not under consideration for publication elsewhere.

1. REGULAR ARTICLES

- All portions of the manuscript must be typed *single-spaced*, A4, top and bottom: 2 cm; left: 2.3 cm; right: 1.7 cm, font: **Arial**, size 9 pt, except the title which will be 11 pt. and explicit figures, which will be 8 pt.
- Text paper will be written in two equal columns of 8.3 cm, 0.4 cm space between them, except the title, authors and their affiliations, tables, figures, graphs and equations to be entered once.
- Text will be written in English in the left column, respectively in native language in the right column.
- The chapter titles are written Uppercase (eg: INTRODUCTION, MATERIAL AND METHODS), between chapters is left a space for 9 pt. At the beginning of each paragraph to leave a tab of 0.5 cm.
- The paper will be written in Word, "Justify" alignment;
- The paper should be transmitted by E-mail.
- There are allowed 2 papers by each first author.

The **Title** should be a brief phrase describing the contents of the paper. PAPER'S TITLE *will be uppercase, Bold (the title in English language) and Bold italic (the title in native language), center, 11 pt.*

Under the paper's title, after an space (enter) 9 pt., write *authors' full names* (font: 9 pt., bold) and *affiliations*, the *name of the corresponding author* (next row), (9 pt., regular). Also be passed: the phone, fax and E-mail information, for the first author of paper's (font: 8 pt., italic).

Title should be short, specific and informative. Avoid long titles; a running title of no more than 100 characters is encouraged (without spaces).

The **Abstract** should be informative and completely self-explanatory, briefly present the topic, state the scope of the experiments, indicate significant data, and point out major findings and conclusions. The Abstract should be 100 to 300 words in length. Complete sentences, active verbs, and the third person should be used, and the abstract should be written in the past tense. Standard nomenclature should be used and abbreviations should be avoided. No literature should be cited (font: 9 pt., the title - ***bold italic***; the text of abstract: *italic*).

Following the abstract, about 3 to 10 **Keywords** that will provide indexing references should be listed (font: 9, bold italic - the title and 9 pt., *italic* - the text).

A list of non-standard **Abbreviations** should be added. In general, non-standard abbreviations should be used only when the full term is very long and used often. Each abbreviation should be spelled out and

introduced in parentheses the first time it is used in the text. Only recommended SI units should be used. Authors should use the Solidus presentation (mg/ml). Standard abbreviations (such as ATP and DNA) need not to be defined.

The **INTRODUCTION** should provide a clear statement of the problem, the relevant literature on the subject, and the proposed approach or solution. It should be understandable to colleagues from a broad range of scientific subjects. *We should refer to the current stage of researches performed in the field of the paper to be published, by quoting up-to-date specialty studies, preferably published after 2000, excepting certain referential specialty books/studies, especially papers issued in magazines/journals/conferences/ISI quoted symposia or in other international data bases, which are well known and available.*

MATERIALS AND METHODS should be complete enough to allow experiments to be reproduced. However, only truly new procedures should be described in detail; previously published procedures should be cited, and important modifications of published procedures should be mentioned briefly. Capitalize trade names and include the manufacturer's name and address. Subheadings should be used. Methods in general use need not be described in detail.

RESULTS should be presented with clarity and precision. The results should be written in the past tense when describing findings in the authors' experiments. Results should be explained, but largely without referring to the literature. Discussion, speculation and detailed interpretation of data should not be included in the Results but should be put into the Conclusions section. Subheadings should be used.

The **CONCLUSIONS** should interpret the findings in terms of the results obtained in this and in past studies on this topic. State the conclusions in a few sentences at the end of the paper. The Results and Discussion sections can include subheadings, and when appropriate, both sections can be combined.

The **Acknowledgments** of people, grants, funds, etc should be brief (if necessarily).

Tables should be kept to a minimum and be designed to be as simple as possible. Tables are to be typed single-spaced throughout, including headings and footnotes. Each table must be written on the entire width of the page, into the text where reference is made, the columns are broken - one column (see attached sample). Tables should be self-explanatory without reference to the text. The details of the methods used in the experiments should preferably be described in the legend instead of in the text. The same data should not be presented in both table and graph form or repeated in the text. Table's title will be centered bold (in English). In the table, each row will be written in English (Arial, regular, size: 9 pt.). The table and its number is written right justified, bold - in English.

Figure legends should be typed in numerical order. Graphics should be prepared using applications capable of generating high resolution JPEG before to introducing in the Microsoft Word manuscript file (Insert - From File - ...jpeg). Use Arabic numerals to designate figures and upper case letters for their parts (Fig. 1). Begin each legend with a title and include sufficient description so that the figure is understandable without reading the text of the manuscript. Information given in legends should not be repeated in the text. Each figure must be inserted on the entire width of the page, into the text where reference is made, single columns (see attached sample). Leave a space between the figure and the text of figure, size: 3 pt., figure number is written in **Arial bold**, size: 8 pt., followed by what represent the figure or graph, written with Arial, regular, 8 pt. Eg:

Fig 1 - Test stand

The figures should be "*In line with text*" - Center, not "*Square*"; "*Tight*"; "*Behind text*" or "*In front of text*" (from "*Format picture*" - right mouse button on picture and then "*Layout*").

Mathematics

Authors must provide instructions on how symbols and equations should be set. Equations should be numbered sequentially in the right-hand side and in parenthesis. They should be referred to in the text as Equation (4) or Eg. (4). Each equation must be written on the entire width of the page, into the text where reference is made, the columns are broken (see attached sample).

REFERENCES: are made in the text; a reference identified by [1], [2], ... [n] is written in the order that was placed at the end of the work - alphabetically.

Example:

[1], [2], [3], ..., [n]

References should be listed at the end of the paper in alphabetical order. Certain current papers, preferably published after 2000, (excepting some specialty books/studies), especially papers issued in magazines/journals/conferences/ISI quoted symposia or in other international data bases, which are well known and available should be quoted. Making personal quotations (one, at most) should not be allowed, unless the paper proposed to be published is a sequel of the cited paper. Articles in preparation or articles submitted for publication, unpublished observations, personal communications, etc. should not be included in the reference list but should only be mentioned in the article text (e.g., A. Danciu, University of Bucharest, Romania, personal communication). Authors are fully responsible for the accuracy of the references.

Examples:Journal / Magazine:

[1]. Nicolescu MA (2007) - *Relevant characteristics of alternative liquid fuels aimed at diesel engines exploitation in polycarburation duty*. INMATEH - Agricultural Engineering, vol. 27, no. 1/2009, ISSN 1583-1019, pg. 50-55.

[2]. Pirna I, Nicolescu M., Marin M., Voicea I (2009) - *Alternative supply of agricultural tractors with raw oils*. INMATEH - Agricultural Engineering, vol. 29, no. 3/2009, ISSN 1583-1019, pg. 89-92.

Conference or Symposium:

[1]. Bungescu S, Stahli W, Biriş S, Vlăduţ V, Imbrea F, Petroman C (2009) - *Cosmos program used for the strength calculus of the nozzles from the sprayers*, Proceedings of the 35 International Symposium on Agricultural Engineering "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija - Croatia, ISSN 1333-2651, pg. 177-184.

Book:

[1]. Vlăduţ V (2009) - *Studiul procesului de treier în aparatul cu flux axial*, Editura "Terra Nostra", ISBN 973-1888-26-8, Iasi - Romania.

Book Chapter:

[1]. Vlăduţ V (2009) - *Consideraţii şi ipoteze privind modelarea unui proces de treier şi separare*. In: *Studiul procesului de treier în aparatul cu flux axial*, Editura "Terra Nostra", ISBN 973-1888-26-8, pg. 61-69, Iasi - Romania.

Dissertation / Thesis:

[1]. Constantinescu A (2010) - *Optimizarea agregatelor formate din tractoare de putere mare cu maşini agricole pentru pregătirea terenului în vederea însămânţării*. PhD dissertation, University of Transylvania Braşov, Braşov, Romania.

Units, Abbreviations, Acronyms

- Units should be metric, generally SI, and expressed in standard abbreviated form.
- Acronyms may be acceptable, but must be defined at first usage.

2. SHORT COMMUNICATIONS

Short Communications are limited to a maximum of two figures and one table. They should present a complete study that is more limited in scope than is found in full-length papers. The items of manuscript preparation listed above apply to Short Communications with the following differences: (1) Abstracts are limited to 100 words; (2) instead of a separate Materials and Methods section, experimental procedures may be incorporated into Figure Legends and Table footnotes; (3) Results and Conclusions should be combined into a single section.

3. REVIEWS

Summaries, reviews and perspectives covering topics of current interest in the field, are encouraged and accepted for publication. Reviews should be concise (max. 8 pages). All the other conditions are similar with regular articles.

Edited by: *INMA Bucharest*

6 Ion Ionescu de la Brad Blvd., sect. 1, Bucharest
Tel: +4021.269.32.60; Fax: +4021.269.32.73

Print: ISSN 2344 - 4118; CD-ROM: ISSN 2344 - 4126
ISSN-L 2344 - 4118