

INTERNATIONAL SYMPOSIUM

Print: ISSN 2344 - 4118
CD-ROM: ISSN 2344 - 4126
ISSN-L 2344 - 4118

ISB-INMA TEH

**AGRICULTURAL AND MECHANICAL
ENGINEERING**

**BUCHAREST
2013**

ISB-INMA TEH

**AGRICULTURAL AND MECHANICAL
ENGINEERING**

**Bucharest
2013**

ORGANIZING COMMITTEE

- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. BIRIȘ Sorin-Ștefan - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. CARP-CIOCARDIA Crăița - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. MAICAN Edmond - P.U. Bucharest (RO);
- Lecturer Ph.D. Eng. DUȚU Mihaela - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. Ph.D. Eng. PARASCHIV Gigel - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. Ph.D. Eng. PIRNĂ Ion - INMA Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. VLĂDUȚ Valentin - INMA Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. GANEA Ioan - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Eng. DRĂMBEI Petronela - INMA Bucharest (RO);
- Eng. ION Alexandru - INMA Bucharest (RO);
- Eng. POSTELNICU Elena - INMA Bucharest (RO).

PROGRAM COMMITTEE

- Prof. PhD. Eng. ANDRONESCU Ecaterina - PU Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. COSTOIU Mihnea - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. PRISECARU Tudor - PU Bucharest (RO);
- Prof. Ph.D. Eng. PARASCHIV Gigel - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. CÂMPEANU Sorin - USAMV Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. CASANDROIU Tudor - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. DAVID Ladislau - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. ENESCU Nicolae - P.U. Bucharest (RO);
- Prof. PhD. Eng. FILIP Nicolae - Technical University Cluj Napoca (RO);
- Prof. PhD. Eng. ȚENU Ioan - USAMV Iași (RO);
- Prof. PhD. Eng. PADUREANU Vasile - T.U. Brasov (RO);
- Prof. PhD. Eng. TUCU Dumitru - P.U. Timisoara (RO);
- Prof. PhD. Eng. VOICU Gheorghe - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. CARP-CIOCARDIA Crăița - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. MAICAN Edmond - P.U. Bucharest (RO);
- Lecturer Ph.D. Eng. DUȚU Mihaela - P.U. Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. CRAIFĂLEANU Andrei - P.U. Bucharest;
- Prof. Ph.D. Eng. SOARE Marin - University of Craiova (RO);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. KISS Imre - P.U. Timisoara (RO)
- Prof. Ph.D. Eng. PIRNĂ Ion - INMA Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. Ph.D. Eng. BIRIȘ Sorin-Ștefan - P.U. Bucharest (RO);
- Ph.D. Eng. VLĂDUȚ Valentin - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Eng. PĂUN Anișoara - INMA Bucharest (RO);
- PhD. Eng. MARIN Eugen - INMA Bucharest (RO);
- Eng. MATACHE Mihai - INMA Bucharest (RO);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. BUNGESCU Sorin - USAMVB Timisoara (RO);
- Prof. PhD. Eng. GERGEN Iosif - USAMVB Timisoara (RO);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. BORUZ Sorin - University of Craiova (RO);
- Lect. PhD. Eng. MATEI Gheorghe - University of Craiova (RO);
- Lect. PhD. Eng. COVALIU Cristina - P.U. Bucharest (RO).
- Assoc. Prof. PhD. Eng. ATANASOV Atanas - University of Rousse (BG);
- Prof. PhD. Eng. BRKIC Miladin - University of Novi Sad (SR);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. ERTEKIN Can - Akdeniz University (TR);
- Prof. PhD. GÜZEL Emin - Çukurova University (TR);
- Prof. PhD. JOVANOVIĆ Larisa - Soc. for Env. Prot. of Serbia (SR);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. KOSTANDINOV Georgi - Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Poushkarov" (BG);
- 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 Rousse (BG);
- Assoc. Prof. PhD. Eng. SAVIN Lazar - University of Novi Sad (SR);
- PhD. Eng. USENKO Mykhaylo - State Technical University Lutsk (UA);
- Prof. PhD. Sc. Eng. VARTUKAPTEINIS Kaspars - Latvia University of Agriculture (LV);
- Assoc. prof. PhD. PANAYOTOVA Galina - Agricultural Academy (BG);
- Prof. Ph.D. YAO Guanxin - School of Business Administration, Jiangsu University (CN);
- Assoc. Prof. Ph.D. WANG He - Jiangxi University of Finance and Economics (CN);
- Ress. Assist. PhD SELVİ Kemal - Ondokuz Mayıs University (TR);
- PhD. KABAŞ Önder - Batı Akdeniz Agricultural Research Institute (TR);
- Lect. WANG Lihuan - Shanxi Agricultural University, (CN);
- Lect. PhD. Eng. HĂRMĂNESCU Monica - USAMVB Timisoara (RO);
- Assist. PhD. Eng. VOICU Paula - P.U. Bucharest (RO);
- Lect. PhD. Eng. DAVID Oana - P.U. Bucharest (RO);
- PhD. Ch. POPESCU C. - S.C. HOFIGAL S.A. (RO);
- PhD. Eng. Żelaziński T. - Warsaw University of Life Sciences (PL)

ISB-INMA TEH' 2013

**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

Print: ISSN 2344 - 4118
CD-ROM: ISSN 2344 - 4126
ISSN-L 2344 - 4118

Edited by: INMA Bucharest

**BIOTECHNICAL
SYSTEMS ENGINEERING
- ISB Bucharest**

290 Splaiul Independenței Str., sector 6, Bucharest

CUPRINS / CONTENTS

		Pag.
SECTION 1 - POWER AND MACHINERY		
1.	RESEARCHES ON HAY VENTILATION WITH AIR HEATED IN A SOLAR PANEL / <i>CERCETĂRI PRIVIND VENTILAREA FÂNULUI CU AER ÎNCĂLZIT ÎN PANOU</i> Ph.D. Eng. Nedelcu A., Ph.D. Eng. Pirnă I., Ph.D. Eng. Ciupercă.R., Eng. Zaica A., Eng. Pruteanu A.M. INMA Bucharest / Romania	7
2.	COMPARATIVE ANALYSIS OF DISTRIBUTION UNIFORMITY WHEN APPLYING PHYTO-SANITARY TREATMENTS OF DIFFERENT PRESSURE IN FIELD CROPS / <i>ANALIZA COMPARATIVĂ A UNIFORMITĂȚII DE DISTRIBUȚIE LA APLICAREA TRATAMENTELOR FITO-SANITARE ÎN CULTURILE DE CÂMP LA PRESIUNI DIFERITE</i> PhD. Stud. Eng. Roșu (Nițu) M., Ph.D. Eng. Manea D., Eng. Cujbescu D., PhD. Stud. Eng. Dumitrașcu A. INMA Bucharest / Romania	13
3.	MECHANIZED HARVESTING OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS / <i>RECOLTAREA MECANIZATĂ A PLANTELOR MEDICINALE SI AROMATICE</i> Eng. Muscalu A. ¹⁾ , Biol. Pruteanu A. ¹⁾ Prof. Phd. Eng. David L. ²⁾ ¹⁾ INMA Bucharest / Romania; ²⁾ P.U. Bucharest / Romania	19
4.	THEORETICAL ARGUMENTATION OF CUTTING PART PARAMETERS OF A WINDROVER / <i>ARGUMENTAREA TEORETICĂ A PARAMETRIILOR ORGANULUI DE TĂIERE AL UNUI VINDROVER</i> Phd. Eng. Cerempei V. Institute of Agricultural Machinery "Mecagro", Chisinau / Moldova	25
5.	RESULTS OF COMBINING RESEARCHES IN CONDITION OF CENTRAL SERBIA / <i>REZULTATI ISPITIVANJA KOMBAJNA U USLOVIMA CENTRALNE SRBIJE</i> Prof. Ph.D. Eng. Barac S., Prof. Ph.D. Eng. Djikić A., Prof. Ph.D. Eng. Biberdžić M., MPh. Milenkovic B., MPh. Vuković A. University of Priština - Kosovska Mitrovica, Faculty of Agriculture, Lešak / Serbia	31
6.	PRELIMINARY ASSESSMENT OF A COMPANY'S PROFITABILITY / <i>STABILIREA PRELIMINARĂ A RENTABILITĂȚII UNEI SOCIETĂȚI COMERCIALE</i> Stud. Manole B. ¹⁾ , Assist. PhD. Eng. Voicu P. ²⁾ , Ph.D.Stud. LU Jintao ³⁾ ¹⁾ Essex University, European Studies and Modern Languages / Great Britain; ²⁾ P.U. Bucharest / Romania; ³⁾ School of Management, Northwestern Polytechnical University / China	39
SECTION 2 - MECHANICS		
7.	INCREASING SAFETY AND SECURITY IN TRANSPORTATION BY TESTINGS OF PROTECTIVE STRUCTURES / <i>CREȘTEREA SIGURANȚEI SI SECURITĂȚII ÎN TRANSPORT PRIN TESTARI ALE STRUCTURILOR DE PROTECȚIE</i> PhD. Stud. Eng. Persu C. ¹⁾ , PhD. Stud. Eng. Matache M. ¹⁾ , Assoc. Prof. PhD. Eng. Biriș S.Șt. ²⁾ , Assoc. Prof. Kostadinov G. ³⁾ , Eng.Vlăduț V. ¹⁾ ¹⁾ INMA Bucharest / Romania; ²⁾ P.U. Bucharest / Romania; ³⁾ RILRAM Sofia / Bulgaria	47
8.	THE INFLUENCE OF THE KNIFE EDGE ON THE PROCESS OF CORN GRAINS GRINDING / <i>INFLUENȚA UNGHIULUI DE TĂIERE A CUȚITULUI ASUPRA PROCESULUI DE MĂRUNȚIRE A SEMINTELOR DE PORUMB</i> PhD. Eng. Lupu M., Prof. PhD. Eng. Pădureanu V. Transylvania University of Brasov / Romania	53
9.	INVESTIGATION OF THE RADIUS OF BENDING FOR FLEXIBLE SCREW SECTIONAL CONVEYER / <i>ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІУСА ЗГИНУ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА З СЕКЦІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ</i> Gevko I.B., Lyashuk O.L., Rogatinska L.R., Zolotuy R.Z., Lyubachivskyy R.O. Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, Ukraine	59
SECTION 3 - RENEWABLE ENERGY AND ENVIRONMENT		
10.	SELECTION OF SUITABLE SITES FOR THE CONSTRUCTION OF BIOGAS PLANTS / <i>ИЗБОР НА ПОДХОДЯЩИ ПЛОЩАДКИ ЗА ПОСТРОЯВАНЕ НА БИОГАЗОВИ ИНСТАЛАЦИИ</i> Prof. Ph.D. Marinova S., Assist. Prof. Ph.D. Kolchakov V., Assist. Prof. Ph.D. Ivanov P., Assist. Prof. Ph.D. Petrova V., Assoc. Prof. Karadjova H. Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov"	69
11.	COMPARATIVE ASSESSMENT OF SLUDGE FROM DIFFERENT PLACES OF TREATMENT IN WASTEWATER PLANT IN SOFIA REGARD TO THEIR USE IN AGRICULTURE / <i>СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА УТАЙКИТЕ ПОЛУЧЕНИ ОТ РАЗЛИЧНИ МЕСТА НА ТРЕТИРАНЕ В ПРЕЧИСТВАТЕЛНАТА СТАНЦИЯ ЗА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ГР.СОФИЯ С ОГЛЕД ИЗПОЛЗВАНЕТО ИМ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО</i> Prof. Ph.D. Marinova S. ¹⁾ , Prof. Kathijotes N. ²⁾ , Assoc. Prof. Zlatareva E. ¹⁾ , Prof. Stoicheva D. ¹⁾ , Assis. Prof. Kolchakov V. ¹⁾ ¹⁾ Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov" Sofia / Bulgaria ²⁾ Cyprus University of Technology, Department of Civil Engineering and Geomatics / Cyprus	77

12.	CHARACTERISTICS OF GREENHOUSE GAS EMISSION FROM THE AGRARIAN SECTOR OF BULGARIA AND ROMANIA AS CLIMATE CHANGE MITIGATION FACTORS / ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕМИСИИТЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ ОТ АГРАРНИЯ СЕКТОР НА БЪЛГАРИЯ И РУМЪНИЯ КАТО ФАКТОР ЗА ИЗМЕНЕНИЕ НА КЛИМАТА Prof. Ph.D. Totka Mitova, Assist. Prof. Ph.D. Vera Petrova N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia / Bulgaria	85
13.	COMPARATIVE CHARACTERISTICS AND EVALUATION OF DIGESTATE FROM BIOGAS PRODUCTION WITH PARTICIPATION OF PIG MANURE AND WASTE FROM MARKETS / СРАВНИТЕЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА НА БИОШЛАМ ПОЛУЧЕН ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАЗ С УЧАСТИЕ НА СВИНСКИ ТОР И ОТПАДЪЦИ ОТ ПАЗАРИТЕ Assoc. Prof. Ph.D. Elena Zlatareva, Assist. Prof. Ph.D. Vera Petrova, Assist. Prof. Ph.D. Plamen Ivanov, Prof. Ph.D. Svetla Marinova N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia / Bulgaria	93
14.	ECOLOGICAL ASSESSMENT OF DIFFERENT RAW MATERIALS FOR BIOGAS / ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА НА РАЗЛИЧНИ СУРОВИНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАЗ Shindarska Z. ¹⁾ , Zaharinov B. ²⁾ , Petrova V. ³⁾ , Ivanov P. ³⁾ , Kostadinova G. ⁴⁾ , Kirov V. ¹⁾ , Baykov B. ²⁾ ¹⁾ University of Forestry, Sofia / Bulgaria; ²⁾ New Bulgarian University, Sofia / Bulgaria ³⁾ ISSAPP "Nikola Pushkarov, Sofia / Bulgaria; ⁴⁾ Trakia University, Stara Zagora / Bulgaria	99
15.	TECHNICAL AND COMMERCIAL CONDITIONS FOR DIESEL ENGINE ALTERNATIVE SUPPLY WITH VEGETABLE OILS / CONDIȚII TEHNICE ȘI COMERCIALE LA ALIMENTAREA ALTERNATIVĂ A MOTOARELOR DIESEL CU ULEIURI VEGETALE PhD. Eng. Nicolescu M.A. ¹⁾ , Eng. Ghilvacs M.I. ¹⁾ , Prof. PhD. Eng. Mihaylov N. ²⁾ , Eng. Grigore I. ¹⁾ ¹⁾ INMA Bucharest / Romania; ²⁾ University of Rousse / Bulgaria	107
16.	SELECTION OF HYDROLYTIC MICROORGANISMS FROM SOIL ABLE TO PERFORM BIODEGRADATION OF ORGANIC WASTE / SELECȚIONAREA MICROORGANISMELOR HIDROLITICE DIN SOL CU PROPRIETATEA DE BIODEGRADARE A DEȘEURILOR ORGANICE Lect. Ph.D. Ferdeș M., Lect. Ph.D. Eng. Ipate G. Polytechnic University Bucharest / Romania	113
17.	REDUCTION OF SANITARY INDICATOR MICROORGANISMS IN ANAEROBIC DIGESTION OF POULTRY LITTER IN COMBINATION WITH SILAGES / РЕДУКЦИЯ НА ПАТОГЕННИ МИКРООРГАНИЗМИ ПРИ МЕЗОФИЛЕН ПРОЦЕС НА АНАЕРОБНО РАЗГРАЖДАНЕ НА ТОРОВА ПОСТЕЛЯ ОТ ПИЛЕТА-БРОЙЛЕРИ В КОМБИНАЦИЯ СЪС СИЛАЖИ Popova T. ¹⁾ , Prof. PhD. Marinova S. ²⁾ , Zaharinov B. ³⁾ , Kaleva M. ¹⁾ , Baykov B. ³⁾ , Kirov V. ¹⁾ , Assist. Prof. Ph.D. Petrova V. ²⁾ ¹⁾ University of Forestry, Faculty of Veterinary Medicine, Sofia / Bulgaria; ²⁾ Institute of soil Science "Nikola Pushkarov, Sofia / Bulgaria; ³⁾ New Bulgarian University, Sofia / Bulgaria; ⁴⁾ Trakia University, Stara Zagora / Bulgaria	121
18.	BIOSYNTHESIS AND UTILIZATION OF PECTOLYTIC ENZYMES FROM ASPERGILLUS NIGER IN AGRO-FOOD INDUSTRY ABND WASTE TREATMENT / BIOSINTEZA SI UTILIZAREA ENZIMELOR PECTOLITICE DIN ASPERGILLUS NIGER IN INDUSTRIA AGROALIMENTARA SI TRATAREA DEȘEURILOR Lect. Ph.D. Ferdeș M., Lect. Ph.D. Eng. Ipate G. Polytechnic University Bucharest / Romania	129
SECTION 4 - FOOD INDUSTRY		
19.	BENDING-SHEARING PROPERTIES OF CERTAIN ROSE FLOWER (ROSA HYBRIDA L.) VARIETIES / BAZI GÜL (ROSA HYBRIDA L.) ÇEŞİTLERİNİN EĞİLME-KESME ÖZELLİKLERİ Ph.D. Kabas O. Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya /Turkey	137
20.	DEVELOPMENT DIRECTIONS REGULATING THE PESTICIDES SUSTAINABLE USE AT NATIONAL AND EUROPEAN LEVEL / DIRECTII DE EVOLUTIE IN REGLEMENTAREA UTILIZARII DURABILE A PESTICIDELOR LA NIVEL EUROPEAN SI NATIONAL PhD. Stud. Eng. Nagy E.M. ¹⁾ , Eng. Coța C. ¹⁾ , PhD. Eng. Cioica N. ¹⁾ , PhD. Eng. Ranta O. ²⁾ , PhD. Stud. Eng. Toderasc P. ¹⁾ ¹⁾ INMA Bucharest - Cluj Napoca Branch / Romania; ²⁾ USAMV Cluj-Napoca / Romania	143
21.	STUDIES ON PROCESSES OF HYDRIC EROSION IN OLT COUNTY AREAS / STUDII PRIVIND PROCESUL DE EROZIUNE HIDRICĂ DIN AREALELE JUDEȚULUI OLT Lect. Ph.D. Nijloveanu D., Lect. Ph.D. Bozga I., Lect. Ph.D. Tița V. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Bucharest / Romania Faculty of Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Slatina Branch	149
22.	CAPITALIZATION POSIBILITIES OF SAFFLOWER SEEDS IN CONDITIONS FROM ROMANIA / POSBILITATI DE VALORIFICARE A SEMINTELOR DE SOFRANEL ÎN CONDITIILE DIN ROMÂNIA PhD. Ch. Popescu C. ¹⁾ , Biol.Pruteanu A. ²⁾ , Eng. Muscalu A. ²⁾ , Lect. Wang L. ³⁾ , Eng. Ch. Găgeanu G. ²⁾ ¹⁾ S.C. HOFIGAL S.A. / Romania; ²⁾ INMA Bucharest / Romania; ³⁾ Shanxi Agricultural University, Shanxi / China	153

23.	NEW SOURCES OF PHYTOTHERAPEUTIC AND NUTRACEUTICAL PRODUCTS FROM ENERGETICAL PLANTS IN ROMANIA / NOI SURSE DE PRODUSE FITOTERAPEUTICE ȘI NUTRACEUTICE DIN PLANTE ENERGETICE ÎN ROMÂNIA PhD. Ch. Popescu C.¹⁾, Eng. Muscalu A.²⁾, Biol.Pruteanu A.²⁾ ¹⁾S.C. HOFIGAL S.A.;²⁾INMA Bucharest	159
24.	FLOATING STATION FOR REAL-TIME MONITORING OF RIVERS' WATER QUALITY / STAȚII FLOTABILE PENTRU MONITORIZAREA ÎN TIMP REAL A CALITĂȚII APEI RÂURILOR Eng. Vilcu C.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Voicu Gh.²⁾, Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G.²⁾, Ph.D. Eng. Lehr C.³⁾, Ph.D. Eng. Vlad G.⁴⁾, Ph.D. Eng. Romulus P.¹⁾, Ph.D. Stud. Vlăduca I. ¹⁾INCD Turbomotoare COMOTI, Bucharest / Romania; ²⁾P.U. Bucharest / Romania; ³⁾INCD ECOIND, Bucharest / Romania ⁴⁾ICPE BISTRITA SA, Bistrita-Năsăud / Romania	165
25.	SCREENING OF OPTIMAL CONCENTRATIONS OF DISPERSANT (NACOL C) AND DIESEL TO ENHANCE GROWTH, MULTIPLICATION AND METABOLIC ACTIVITY OF MARINE ENDOGENOUS MICROBIOTA / SELECTAREA CONCENTRAȚIEI OPTIME DE DISPERSANT (NACOL C) ȘI DE MOTORINĂ PENTRU STIMULAREA CREȘTERII, MULTIPLICĂRII CELULARE ȘI ACTIVITĂȚII METABOLICE A MICROBIOTEI MARINE ENDOGENE Ph.D. Stud. Manea M.¹⁾, Prof. Ph.D. Ardelean I.^{1), 2)} Doctoral School¹⁾, Ovidius Univ. Constanta / Romania; Institute of Biology Bucharest²⁾, Romanian Academy, Department of Microbiology / Romania	173
26.	NUMERICAL SIMULATION OF THE IMPACT BEHAVIOR OF A WHEEL ASSEMBLY / SIMULAREA NUMERICA A COMPORTĂRII LA IMPACT PENTRU UN MONTAJ DE ROATA PhD.student Eng. Gîrbovan D., Prof. Ph.D. Eng. Nicolae V., Assoc.Prof. Ph.D. Eng. Vieru I., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Marinescu D., Pitești Univ. / Romania	179
27.	CONSIDERATIONS ON REDUCING OF PESTICIDE CONSUMPTION IN AGRICULTURE / CONSIDERAȚII PRIVIND REDUCEREA CONSUMULUI DE PESTICIDE ÎN AGRICULTURĂ Assoc. Prof. Ph. D. Eng. Ghereș M. I, Prof. Ph. D. Eng. Ghereș Marinela T.U. Cluj Napoca / Romania	191
28.	EVALUATION OF REGULATED AND NON-REGULATED POLLUTANT EMISSIONS AT COLD START AND DURING WARM-UP FOR A COMPRESSION IGNITED TRACTOR ENGINE THAT WORKS WITH BLENDS/ EVALUAREA EMISIILOR POLUANTE REGLEMENTATE ȘI NEREGLEMENTATE LA PORȚIUNEA LA RECE ȘI ÎN PERIOADA ÎNCĂLZIRII ÎN CAZUL UNUI MAC DE TRACTOR ALIMENTAT CU AMESTECURI Assist. Ph.D. Eng. Moldovanu D., Prof. Ph.D. Eng. Burnete N., Assist. Ph.D. Eng. Kocsis L., Assist. Ph.D. Eng. Băldean D.L. T.U. Cluj Napoca / Romania	199
29.	EXPERIMENTAL RESEARCH MADE DURING A CITY CYCLE ON THE FEASIBILITY OF ELECTRICALLY CHARGED SI ENGINES/ CERCETĂRI EXPERIMENTALE ÎN CADRUL UNUI CICLU URBAN PRIVIND VIABILITATEA SUPRAALIMENTĂRII ELECTRICE ALE UNUI MAS Assist. Ph.D. Eng. Kocsis L. B., Assist. Ph.D. Eng. Moldovanu D., Assist. Ph.D. Eng. Baldean D. L. T.U. Cluj Napoca / Romania	205
30.	STUDY OF NOISE POLLUTION FOR BRASOV CITY/ STUDIUL PRIVIND POLUAREA SONORĂ ÎN ORAȘUL BRAȘOV Lect. Ph.D. Eng. Țărulescu S. Univ. TRANSILVANIA Brașov / Romania	213
31.	COMPARATIVE INVESTIGATION OF OPACITY FORMATION IN COMBUSTION CHAMBER OF COMPRESSION IGNITION ENGINE RUNNING ON DIESEL FUEL AND B20 BLEND/ INVESTIGAREA COMPARATIVĂ A FORMĂRII FUMULUI ÎN CAMERA DE ARDERE ÎN CAZUL ALIMENTĂRII UNUI MAC CU MOTORINĂ ȘI AMESTEC B20 Ph.D. Eng. Băldean D., Prof. Ph.D. Eng. Burnete N., Ph.D. Eng. Moldovanu D., Ph.D. Eng. Kocsis L. T.U. Cluj Napoca / Romania	221
32.	RESEARCH REGARDING THE EVOLUTION OF SUSPENDED PARTICULATE MATTER EMISSIONS IN CLUJ COUNTY IN THE PERIOD BETWEEN 2009 - 2012/ CERCETĂRI privind EVOLUTIA EMISIILOR DE PULBERI ÎN SUSPENSIE PE PERIOADA 2009 - 2012 ÎN JUDEȚUL CLUJ Lecturer Eng. Ivan I., PhD, Ass. Prof. Eng. Muresan I., PhD, Ass. Prof. Eng. Jurco A. N., PhD T. U. Cluj - Napoca / Romania	229
33.	RESEARCH REGARDING AIR POLLUTION IN HUNEDOARA COUNTY/ cercetari privind POLUAREA AERULUI ÎN JUDEȚUL HUNEDOARA Conf. Ph.D. Eng. Ivan I., Assoc. Prof. PhD. Eng. Jurco A. N., Assoc. Prof. PhD. Eng. Muresan. I. T.U Cluj Napoca / Romania	235
34.	ANALYZE OF THE SEQUENCES IN DESIGNING AND REALIZING OF A TESTBED WITH A COMPRESSION IGNITED ENGINE FOR AGRICULTURAL TRACTOR AND HYDRAULIC DYNAMOMETER FOR CHARACTERISTICS STUDY/ ANALIZA ETAPELOR ÎN PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNUI STAND MOTOR CU APRINDERE PRIN COMPRESIE DE TRACTOR AGRICOL ȘI O FRÂNĂ HIDRAULICĂ PENTRU STUDIUL CARACTERISTICILOR Asist. Ph.D. Eng. Băldean D.-L., Ph.D. Student Eng. Crișan M.-A., Eng. Gabrian C., Asist. Ph.D. Eng. Moldovanu D. T.U Cluj Napoca / Romania	239

SECTION 1

POWER AND MACHINERY

RESEARCHES ON HAY VENTILATION WITH AIR HEATED IN A SOLAR PANEL

CERCETĂRI PRIVIND VENTILAREA FÂNULUI CU AER ÎNCĂLZIT ÎN PANOU

Ph.D. Eng. Nedelcu A., Ph.D. Eng. Ciupercă R., Eng. Zaica A., Eng. Pruteanu A.M.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 0212693250; E-mail: nedelcuus@yahoo.com

Abstract: The hay is a very valuable fodder obtained by natural or artificial drying of green plants harvested by mowing. The hay nutritive value is also influenced by methods of preparation and conservation used. The paper presents the economic technical solutions for preparing the bulk hay by ventilation with air heated in a solar panel, built of solar collectors made of cheap and light materials, able to absorb the radiation. Within the tests, have been measured: air temperature in the panel at different hours, T_{PS} , air speed in the panel, V_{PS} , temperature variation, ΔT during the ventilation process, while the meteorological parameters are continuously controlled.

Keywords: solar collectors, conservation, hay preparation, warm air ventilation

INTRODUCTION

By harvesting, preparing and conserving pasture and crops fodder under different forms it is aimed to obtain a product with an alimentary value almost similar to green fodder initial value, taking into account that is a very good quality fodder both in terms of its botanical composition (balanced mixture of graminaceae and perennial vegetables) and harvesting stage [1], [2].

The most used methods in Romania are the harvesting and preparation of fodder as hay. The hay represents an important share of fodder feeding balance during the winter, especially in areas where pastures occupy large surfaces. In plain regions, hay is produced in agricultural fields cultivated with annual or perennial fodder plants, the natural pastures covering small surfaces.

In order to reduce the drying time and implicitly the losses of nutritive substances, many harvesting, preparing and conserving methods of hay have been developed. The most known fodder drying methods are: traditional (natural) drying in stubble field; drying on supports; fodder drying by cold air ventilation; fodder drying by hot air ventilation; green fodder drying by thermal dehydration in special drying and briquetting stations.

The biggest losses of nutritive substances are determined by hay traditional drying in stubble. These losses might reach, in bad weather conditions, even 50..60%, the drying period coming up to 6-8 days [4].

When hay of 35-45% moisture is gathered from the field, it is stored in hay stores or platforms endowed with drying installation, where is achieved cold or warm air ventilation up to conservation humidity (under 7%) and consequently, losses may be reduced up to 15-20% [5].

Installations for hay warm air drying based on conventional energy consumption: fossile fuels and electric energy are complex, expensive and difficult to redeem in small and medium-sized farms in unfavourable areas. Because of necessity to reduce conventional energy consumption, new solutions for non-polluting and cheap air heating solar installations have been sought [6, 7].

Rezumat: Fânul este un furaj deosebit de valoros obținut prin uscarea naturală sau artificială a plantelor verzi recoltate prin cosire. Valoarea nutritivă a fânului este influențată și de metodele de preparare și conservare. Lucrarea prezintă soluții tehnice economice pentru pregătire fânului vrac prin ventilare cu aer încălzit: într-un panou solar construit din captatori solari confecționați din materiale ușoare, ieftine, cu putere de absorbție a radiației solare. În cadrul încercărilor s-au măsurat: temperatura aerului din panou la diverse ore ale zilei, T_{PS} , viteza aerului în panou, V_{PS} , variația temperaturii ΔT în timpul procesului de ventilare, în condițiile monitorizării permanente a parametrilor meteorologici.

Cuvinte cheie: captatori solari, conservare, pregătire fân, ventilare cu aer cald

INTRODUCERE

Prin recoltarea, pregătirea și conservarea sub diferite forme a furajelor de pe pajiști și din culturile furajere se urmărește realizarea unui produs final cu o valoare alimentară cât mai apropiată de cea inițială a furajului verde, plecându-se de la premisa că acesta îndeplinește condițiile unui furaj de foarte bună calitate, atât în ceea ce privește compoziția sa botanică (amestec echilibrat de graminee cu leguminoase perene), cât și în cea referitoare la fenofaza de recoltare [1], [2].

Metodele cele mai folosite în țara noastră sunt cele de recoltare și pregătire a furajului sub formă de fân. Fânul are o pondere importantă în balanța furajeră pe perioada de iarnă, mai ales în regiunile colinare și montane unde există suprafețe mari de pajiști. În regiunile de câmpie, fânul se produce pe terenurile agricole cultivate cu plante furajere anuale sau perene, pajiștile naturale ocupând suprafețe mai mici.

Pentru reducerea timpului de uscare și implicit a pierderilor de substanțe nutritive s-au dezvoltat mai multe metode de recoltare, pregătire și conservare a fânului. Metodele de uscare a furajelor cunoscute sunt: uscarea tradițională (naturală) pe miriște; uscarea pe suport; uscarea furajelor prin ventilare cu aer rece; uscarea furajelor prin ventilarea cu aer cald; uscarea furajelor verzi prin deshidratare termică în stații speciale de uscare și brichetare etc.

Pierderile cele mai mari de substanțe nutritive se obțin la uscarea tradițională pe miriște a fânului. Aceste pierderi ajung, în caz de vreme nefavorabilă, chiar la 50..60 %, timpul de uscare crescând la peste 6...8 zile [4].

Atunci când fânul strâns din câmp la umiditatea de 35-45% este depozitat pe fânarele sau platformele prevăzute cu instalație de uscare, unde se face definitivarea uscării fânului prin ventilare cu aer rece sau cald, până la umiditatea de păstrare (sub 17%), se pot reduce pierderile cu până la 15...20% [5].

Instalațiile pentru uscarea fânului cu aer cald bazate pe consumul de energie convențională: combustibili fosili, energia electrică sunt complexe, scumpe și greu de amortizat în fermele mici și mijlocii din zonele defavorizate. Din necesitatea reducerii consumului de energie convențională s-au căutat soluții pentru încălzirea aerului în instalații solare, cu preț de cost mai mic și nepoluante [6, 7].

MATERIAL AND METHOD

The paper presents solutions designed to heat the air in solar collectors assembled as a panel placed on the ground, next to the drying platform. The constructive solutions allow the users to move the drying installation from a store platform to another, on the spot, where hay final drying is needed.

The solar panel (fig.1) is a main assembly of air ventilation installation of bulk hay and because it is built as a modular structure, the users may adjust their installation according to the farm needs [3].

Solar collectors dimensions allow a safe and simple transport and handling.

MATERIAL ȘI METODĂ

Lucrarea prezintă soluții pentru încălzirea aerului în captatoare solare asamblate sub forma unui panou amplasat pe sol, în apropierea platformei de uscare. Soluțiile constructive permit utilizatorilor mutarea instalației de uscare de la o platformă de depozitare, la alta, acolo unde este necesară definitivarea uscării fânului.

Panoul solar (fig. 1) este un ansamblu principal al instalației de ventilare cu aer a fânului vrac, și deoarece este construit într-o structură modulară utilizatorii își pot configura instalația de uscare conform necesarului din fermă. [3]

Captatorii solari au dimensiuni care permit transportul și manipularea în condiții de siguranță și cu mijloace simple.



Fig. 1 - Assembled solar panel / Panou solar asamblat

1 - End collector / *Captator de capăt*; 2 - Intermediary collector / *Captator intermediar*;
3 - Admission and pressing collector / *Captator de admisie și refulare*

The solar panel of installation studied comprises five solar collectors designed to heat the air, serially mounted one after the other, on a frame made of metallic profiles. The solar collectors are light, made of pressed wood. The frontal wall through which the light passes is made of transparent material. Within the space designed to heat the air, in the relevant collectors have been mounted intermediary longitudinal walls, creating this way, the space to lead the air in a zigzag movement, on all the collectors surface, in order to obtain a maximum heating yield.

The air to be ventilated is heated in the panel collectors by means of greenhouse effect. During the air ventilating, the atmospheric air is absorbed through a hole (2), passes through the solar panel in a zigzag course, it is heated and after that is exhausted through a special hole (3) of solar panel, continuing its way through the flexible tubing (4) towards the fan admission hole to the drying platform levelling chamber

Panoul solar al instalație studiate, este format din cinci captatorii solari de încălzire a aerului, montați în serie unul după celălalt pe un cadru din profile metalice. Captatorii solari sunt de tipul ușor, în cazul de față cu pereții din OSB. Peretele frontal de admisie a luminii solare este din material plastic transparent. În spațiul de încălzire al aerului, în captatorii înseriați s-au montat pe lungime pereți longitudinali intermediari, creându-se trasee pentru dirijarea aerului în zig-zag, pe toată suprafața captatorilor, pentru obținerea unui randament maxim de încălzire.

Aerul necesar ventilării este încălzit în captatorii solari ai panoului prin efectul de seră. În timpul ventilării, se absoarbe aerul rece atmosferic prin orificiu (2), acesta parcurge panoul solar pe traseul în zig - zag, se încălzește, și se evacuează prin orificiul special (3) al panoului solar, continuând traseul prin tubulatura de aspirație flexibilă (4) către orificiul de admisie al ventilatorului până în camera de uniformizare a platformei de uscare.



Fig. 2 - Details of an assembled solar panel / Detalii panou solar asamblat

1 - Solar panel / *Panou solar*, 2 - Air intake hole in the panel / *Orificiu de admisie aer în panou*;

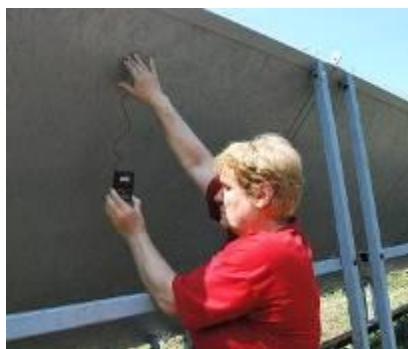
3 - Air exhausting hole / Orificiu de evacuare aer, 4 - Tubes / Tubulatura

During the researches, have been measured the air temperature in the solar panel, air speed during hot air ventilation and have been analyzed the panel constructive characteristics after a long exposure to sun and rainfalls.

A digital thermometer with transducer measuring the panel temperature, INMA Bucharest professional agrometeorological station designed to control meteo parameters and a TESTOVENT 4000 type anemometer for determining wind speed in the panel when ventilating, were all used for tests.

În timpul încercărilor s-au măsurat temperatura aerului din panoul solar, viteza aerului în timpul ventilației cu aer cald și s-au analizat caracteristicile constructive ale panoului după expunerea pe timp îndelungat la soare și intemperii.

Pentru experimentări s-a utilizat un termometru digital cu traductor pentru măsurarea temperaturii în panoul solar, stația meteo profesională agro-meteorologică din dotarea INMA București pentru monitorizarea parametrilor meteo și anemometru tip TESTOVENT 4000 pentru determinarea vitezei vântului în panou în momentul ventilației.



a) Panel temperature measuring / Măsurarea temperaturii în panou



b) Air speed measuring / Măsurarea vitezei aerului

Fig. 3 - Aspects during the tests / Aspecte din timpul experimentărilor

RESULTS

The temperature in the solar panel has been measured on a partly cloudy day, between 8 a.m. and 4 p.m. and the values resulted are shown in table 1.

REZULTATE

S-a măsurat temperatura în panou solar, între orale 8-16 într-o zi cu cer variabil, valorile sunt prezentate în tabelul 1.

Table 1 / Tabelul 1

Date / Data: 20.06.2013 Parameter / Parametru	Hour / Ora								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Solar radiation / Radiația solară [kW/m ²]	0.4006 / 0,4006	0.2438 / 0,2438	0.3494 / 0,3494	0.8648 / 0,8648	0.4976 / 0,4976	0.7752 / 0,7752	0.6888 / 0,6888	0.5744 / 0,5744	0.4376 / 0,4376
Atmospheric humidity / Umiditatea aerului atmosferic, U, [%]	67.635 / 67,635	67.431 / 67,431	67.277 / 67,277	55.552 / 55,552	47.821 / 47,821	40.5504 / 40,5504	43.4688 / 43,4688	42.3424 / 42,3424	41.2672 / 41,2672
Atmospheric temperature / Temperatura aer atmosferic, Ta, [°C]	23.5 / 23,5	24.03 / 24,03	25.5 / 25,5	26.82 / 26,82	27.5 / 27,5	28.26 / 28,26	28.35 / 28,35	29.05 / 29,05	28.7 / 28,7
Temperature in the panel at the beginning of ventilation / Temperatura în panoul la începerea ventilării, T _{PSI} [°C]	25.4 / 25,4	32	55.2 / 55,2	58	60.3 / 60,3	61.3 / 61,3	63 / 63	68 / 68	67 / 67
Indicator of panel temperature increasing/Indicator de creștere a temperaturii în panou, I _T [°C]	1.9 / 1,9	7.97 / 7,97	29.7 / 29,7	31.18 / 31,18	32.8 / 32,8	32.04 / 32,04	34.65 / 34,65	38.95 / 38,95	38.3 / 38,3
Panel temperature after 15 netilating min. / Temperatura din panou după 15 min de ventilare, T _{PSV} [°C]	23	26	30	31	35	36	37	39	39
Temperature variation during the ventilation / Variația temperaturii în timpul ventilării, ΔT _V	2.4 / 2,4	6	25.2 / 25,2	28	25.3 / 25,3	25.3 / 25,3	26	29	28

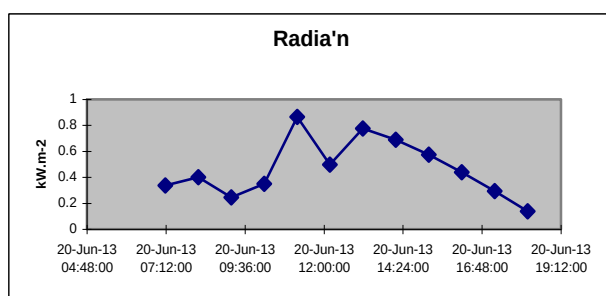


Fig. 4 - Graphical variation of solar radiation /

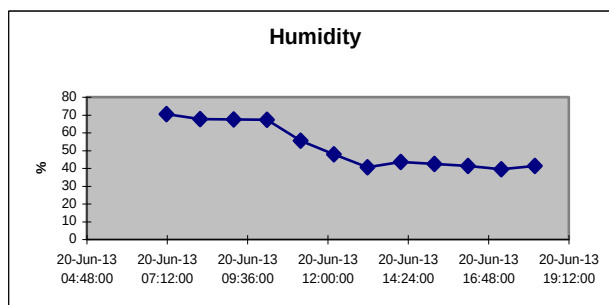


Fig. 5 - Graphical variation of air temperature /

Variația grafică a radiației solare

Variația grafică a temperaturii aerului atmosferic

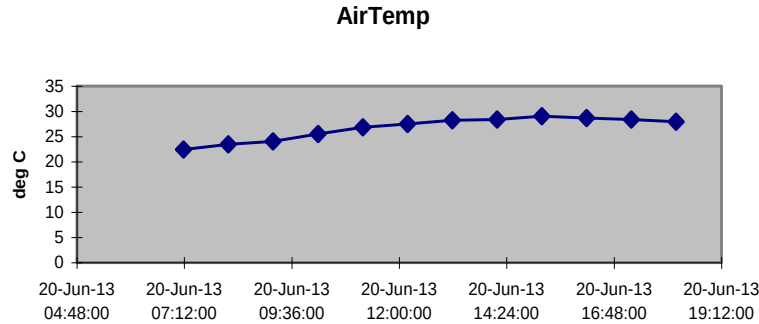


Fig. 6 - Graphical variation of air humidity / Variația grafică a umidității aerului atmosferic

where:

I_T - Indicator of temperature increment in the panel, [°C]
 ΔT - variation of temperature in solar panel during heated air ventilation of hay to be dried.

unde:

I_T - Indicator de creștere a temperaturii în panou, [°C];
 ΔT - variația de temperatură în panou solar în timpul ventilării cu aer cald a fânului depozitat pentru uscare.

$$I_T = T_a - T_{PSi} \quad (1)$$

$$\Delta T = T_{PSi} - T_{PSv} \quad (2)$$

Figures 4, 5 and 6 represent the graphical variation of atmospheric parameters during the day, parameters influencing the panel working characteristics.

Fig. 7 represents the graphical variation of temperature in solar panel, measured when ventilating the hay with heated air and atmospheric temperature during the working process studied.

The energy radiated by sun is collected by panel walls and transferred to air in the panel. The phenomenon of heat transfer appears at air direct contact with panel constructive elements.

Figurile 4, 5 și 6 reprezintă variația grafică a parametrilor atmosferici pe parcursul zilei, cu influență asupra caracteristicilor de lucru ai panoului.

Figura 7 reprezintă variația grafică a temperaturii din panoul solar, măsurată în momentul ventilării fânului cu aer încălzit, și a temperaturii atmosferice din timpul procesul de lucru studiat.

Energia radiată de soare este captată de pereții panoului și transferată aerului din panou. Fenomenul de transfer de căldură apare la contactul direct al aerului cu elementele constructive ale panoului.

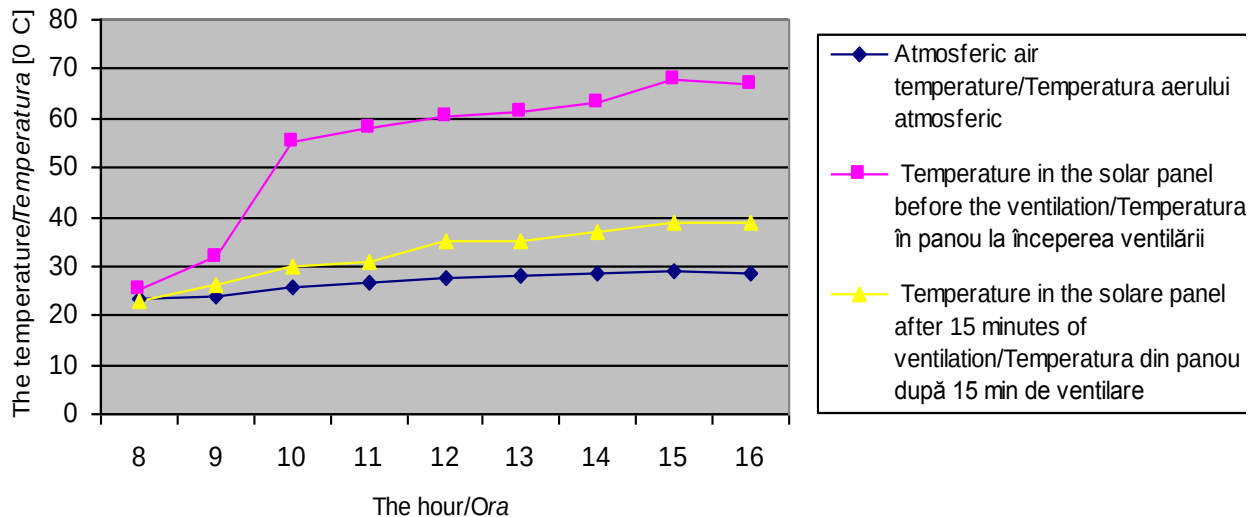


Fig. 7 - Graphical variation of temperature in solar panel / Variația grafică a temperaturii din panoul solar

During warm air ventilation, the installation axial fan absorbs the heated air from solar panel, by greenhouse effect, leads it through tube system to the drying platform levelling chamber, from where air penetrates into the fodder mass through the grating of drying platform and ventilating channels designed for this purpose.

The air flows towards the course imposed by the immobile structure, thus achieving the thermal transfer from the panel to air. The air speed in the panel in different moments of ventilation is shown in table 2.

În timpul ventilării cu aer cald, ventilatorul axial al instalației absoarbe aerul încălzit prin efectul de seră, din panoul solar, îl dirijează prin tubulatură în camera de uniformizare a platformei de uscare, iar de aici pătrunde în masa de furaje prin grătarul-plasă al platformei de uscare și canalele de ventilare special amenajate pe platforma de uscare.

Aerul curge pe traseul impus de construcția imobilă realizându-se astfel transferul termic de la panou la aer. Vitezele aerului în panoul solar în diverse momente ale ventilării sunt prezentate în tabelul 2.

Table 2 / Tabelul 2

Parameter / Parametru	Ora / hour			
	8	10	12	14
Air speed / Viteza aerului atmosferic [m/s]	1.61 / 1,61	1.71 / 1,71	1.84 / 1,84	1.84 / 1,84
Air speed when entering the panel / Viteza aerului la intrarea în panou [m/s]	2.4 / 2,4	2.5 / 2,5	2.4 / 2,4	2.4 / 2,4
Air speed when leaving the panel / Viteza aerului la ieșirea din panou [m/s]	2.5 / 2,5	2.5 / 2,5	2.4 / 2,4	2.5 / 2,5

CONCLUSIONS

After the researches, the following conclusions can be formulated:

- Assuring the high quality fodder necessary for feeding the animals in livestock farms, during winter represents a problem of great concern for cattle farmers;
- The traditional method used in Romania is harvesting, preparation and conservation of pastures and crops fodder as hay, especially in hill and mountain areas;
- In order to reduce hay qualitative and quantitative losses, determined by long time exposure to sun and atmospheric factors after mowing and leaves losses by shaking (especially for perennial vegetables), the technology of gathering the fodder on field at 35-45% humidity, their storing in special dryers or hay stores and the final drying up to appropriate conservation humidity (about 18%) by warm air ventilation, were assured;
- For small farms has been achieved and studied the hay drying installation by ventilating the air heated in panel comprising the solar collectors, for reducing the electric and mechanical energy consumption;
- Air in the panel is heated due to solar radiation and thermal transfer from panel constructive elements;
- Temperature in panel is influenced by solar radiation and atmospheric temperature; analyzing the panel temperature increasing indicator, it has found that between 8..9 hours the temperature raises up to 7.97°C, and between 10...16 hours the temperature reaches 38.95°C. Maximum values are registered within 14-16 hour interval;
- The solar panel construction and ventilation installation make the air speed in the panel to be almost steady during ventilation process;
- Following the experiments, has been found that the solar panel studied assures the heated air necessary to achieve the hay dehydrating by ventilation.

ACKNOWLEDGEMENT

Paper is funded by MADR – Sectoral Program ADER 2020, Financing Contract no.65/2011.

REFERENCES

- [1]. Hermenean I., Mocanu V. (2008) - *Technologies, machines and installations for pasture fodder harvesting and conservation as hay*, Editura Universității Transilvania, Brașov Publishing;
- [2]. Neculăiaș V., Dănilă I. (1995) – *Working processes and harvesting machines*, Editura A92 Publishing, Iași;
- [3]. Nedelcu A, Lazăr G., Dragan R., Ciobanu V. (2012) - *Dimensioning IVF-0 installation for fodder plants drying by air ventilation*, ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – BULLETIN of ENGINEERING, fascicle V, ISSN 2067-3809;

CONCLUZII

În urma cercetărilor se pot formula următoarele concluzii și aprecieri:

- Asigurarea necesarului de furaje de bună calitate, pentru hrănirea animalelor din fermele zootehnice pe timpul iernii, este o problemă care îi preocupă în mod deosebit pe crescătorii de animale;
- Metoda tradițională folosită în țara noastră este recoltarea, pregătirea și conservarea sub formă de fân a furajelor de pe pajiști și culturi furajere, în special de pe suprafețele din zona colinară și montană;
- Pentru reducerea pierderilor calitative și cantitative ale fânului, datorate expunerii îndelungate la factorii atmosferici după cosire, și pierderilor de frunze prin scuturare (în special la leguminoasele perene) s-a introdus tehnologia de strângere a furajelor din câmp la umidități de 35...40 %, depozitarea acestora în uscătoare sau fânare speciale și definitivarea uscării până la umiditatea de păstrare (cca. 18%) prin ventilare cu aer rece sau cald;
- Pentru fermele mici s-a realizat și studiat instalația de uscare a fânului prin ventilare cu aer încălzit în panou realizat din captatoare solare, pentru reducerea costurilor sub aspectul consumului de energie electrică sau mecanică;
- Aerul în panou se încălzește datorită radiației solare și transferului termic de la elementele constructive ale panoului;
- Temperatura din panou este influențată de radiația solară și temperatura aerului atmosferic, analizând indicatorul de creștere a temperaturii în panou, se constată că între orele 8..9 creșterea temperaturii este de până la 7,97°C, iar între orele 10...16 temperatura în panou cu până la 38,95°C. Valorile maxime se înregistrează în intervalul orar 14...16;
- Construcția panoului solar și instalația de ventilare fac ca în panou viteza aerului să fie aproape constantă în procesul de ventilare;
- În urma experimentărilor s-a dovedit că panoul solar cercetat asigură aerul cald necesar definitivării uscării fânului prin ventilare.

ACKNOWLEDGEMENT

Lucrarea este finanțată de către MADR - Program Sectorial ADER 2020, Contract de finanțare nr.65/2011.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Hermenean I., Mocanu V. (2008) - *Tehnologii, mașini și instalații pentru recoltarea și conservarea sub formă de fân a furajelor de pe pajiști*, Editura Universității Transilvania din Brașov;
- [2]. Neculăiaș V., Dănilă I. (1995) - *Procese de lucru și mașini agricole de recoltat*, Editura A92, Iași;
- [3]. Nedelcu A, Lazăr G., Dragan R., Ciobanu V. (2012) - *Dimensionarea instalației IVF-0 pentru uscarea plantelor ierboase prin ventilare cu aer*, ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – BULLETIN of ENGINEERING, fascicul V, ISSN 2067-3809;

[4]. Mănișor P., Bălan V. (1991) - *Technologies and equipment for bulk fodder valorisation in industrial flow*, Ed. CERES Publishing, Bucharest;

[5]. M.A.D.R. (2010)-*Systems designed to store fodder. Farm standards.*

[6]. Zhong Hao, Guihua Li Runsheng T, Wenli D. (2011) - *Optical performance of inclined south–north axis three-positions tracked solar panels*, Energy - The International Journal Volume 36, Issue 2, February, Pages 1171–1179;

[7]. Yang D.J., Yuan Z.F., Lee P.H., Yin H.M. (2012) - *Simulation and experimental validation of heat transfer in a novel hybrid solar panel*, Original Research Article, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 55, Issue 4, 3), Pages 1076-1082.

[4]. Mănișor P., Bălan V. (1991) - *Tehnologii și utilaje pentru valorificarea furajelor de volum în flux industrial*, Ed. CERES, București;

[5] M.A.D.R. (2010) - *Sisteme pentru depozitarea furajelor. Standarde de fermă.*

[6] Zhong Hao, Guihua Li, Runsheng T., Wenli D. (2011) - *Optical performance of inclined south–north axis three-positions tracked solar panels*, Energy- The International Journal Volume 36, Issue 2, February, Pages 1171–1179;

[7]. Yang D.J., Yuan Z.F., Lee P.H., Yin H.M. (2012) - *Simulation and experimental validation of heat transfer in a novel hybrid solar panel*, Original Research Article, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 55, Issue 4, 3), Pages 1076-1082.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DISTRIBUTION UNIFORMITY WHEN APPLYING PHYTO-SANITARY TREATMENTS OF DIFFERENT PRESSURE IN FIELD CROPS

ANALIZA COMPARATIVA A UNIFORMITATII DE DISTRIBUTIE LA APLICAREA TRATAMENTELOR FITO-SANITARE ÎN CULTURILE DE CÂMP LA PRESIUNI DIFERITE

PhD. Stud. Eng. Roșu (Nițu) M., Ph.D. Eng. Manea D., Eng. Cujbescu D., PhD. Stud. Eng. Dumitrașcu A.

INMA Bucharest / Romania

E-mail: rosumihaelan@yahoo.com

Abstract: The paper presents the manner in which the equipment working qualitative indices vary, aiming to reach a high level of protection and safety of environment. Therefore, multiple tests on special bench have been performed, by modifying the working pressure.

Keywords: tests, diagnoses, nozzles, pressure, phyto-sanitary treatments.

INTRODUCTION

The current „environment” concept has a dynamic character, aiming to study, analyze and control the operation of protected systems in their whole complexity.

The environment represents an essential element of human existence, being the result of interferences of natural elements – soil, air, water, climate, biosphere – with elements created by human activity. All these elements interact and influence the conditions and future developing possibilities of society [2].

Current studies and researches, regarding the methods and equipment of applying the phyto-sanitary treatments, frame within the new tendencies of practising a sustainable agriculture, taking into account that phyto-sanitary protection represents one of main sources of diminishing environment chemical pollution. [1]

An important aspect of policy of continuous growth of products quality of each economic agent is to *maintain the machines conformity* [3].

Evaluation criteria of machines applying phytosanitary treatments are: reliability, productivity, quality and efficiency of operations performed, manner in which the solution is distributed on plant or soil, minimum losses of solution, etc. [4]

According to European norms in force, in most EU member states, manufacturers, importers and distributors of equipment applying phyto-sanitary treatments, which trade these machinery on European market, should declare to relevant bodies that they comply to norms in force.

Therefore, the equipment designed to apply phyto-sanitary treatments manufactured by Romanian economic agents could be tested and evaluated according to the Directive 2009/128/CE. The manufacturing technology of equipment above will be based on innovative testing method elaborated, in order to ensure the user high protection and safety degree, biodiversity and environment security [1], [5].

MATERIAL AND METHOD

Researches concerning the determination of qualitative indexes of machinery applying phytosanitary treatments have been performed on a carried herbicide applying machine, using a bench specialized in determining distribution uniformity per working width.

Rezumat: În lucrare se urmărește modul de variație a indicilor calitativi de lucru ai echipamentelor de aplicare a tratamentelor fito – sanitare, în vederea atingerii unui înalt grad de siguranță și protecție pentru mediu. În acest sens s-au realizat multiple testări pe un stand specializat, modificând presiunile de lucru.

Cuvinte cheie: testare, diagnosticare, duze, presiune, tratamente fito-sanitare

INTRODUCERE

Conceptul actual de “mediu înconjurător” are un caracter dinamic, care caută să cunoască, să analizeze și să urmărească funcționarea sistemelor protejate în toată complexitatea lor.

Mediul înconjurător reprezintă un element esențial al existenței umane și reprezintă rezultatul interferențelor unor elemente naturale – sol, aer, apă, climă, biosferă – cu elemente create prin activitatea umană. Toate acestea interacționează și influențează condițiile existențiale și posibilitățile de dezvoltare viitoare a societății [2].

Studiile și cercetările actuale, privind metodele și echipamentele de aplicare a tratamentelor fito-sanitare, 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 [1].

Un aspect important al politicii de creștere continuă a calității produselor realizate de fiecare agent economic, îl constituie *menținerea conformității mașinilor* [3].

Criteriile de apreciere a mașinilor pentru tratamente fitosanitare sunt multe: fiabilitatea, productivitatea, calitatea lucrărilor executate, eficiența acestora, modul de distribuire a soluției pe planta sau pe sol, pierderi minime de soluție etc. [4]

Conform normelor europene în vigoare, în majoritatea statelor membre U.E., producătorii, importatorii sau distribuitorii de echipamente de aplicare a tratamentelor fito - sanitare care comercializează pe piața europeană aceste tipuri de mașini, trebuie să declare organismelor abilitate că acestea corespund normelor în vigoare.

Prin urmare și echipamentele de aplicare a tratamentelor fito - sanitare produse de agenți economici din România trebuie să fie testate și diagnosticate conform Directivei 2009/128/CE. Metoda inovativă de testare elaborată va sta la baza modernizării tehnologiei de fabricație a echipamentelor de aplicare a pesticidelor în vederea atingerii unui înalt grad de siguranță și protecție pentru utilizator, biodiversitate și mediu. [1], [5]

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările privind determinarea indicilor calitativi ai echipamentelor tehnice de aplicare a tratamentelor fito - sanitare s-au efectuat pe o mașină purtată pentru erbicidat, utilizând un stand specializat ce permite determinarea uniformității de distribuție pe lățimea de lucru.



Fig. 1 – Carried herbicide applying machine P 612 / Mașina purtată pentru erbicidat P 612

Tests designed to verify the distribution uniformity have been performed in compliance with relevant requirements. Innovative method of testing has been set up according to Directive 2009/128/CE, Directive 2006/42/CE and following European norms and standards:

When preparing the testing bench one should perform adjustments and set supporting elements for the frame, assuring cardanic transmission coupling to pump driving shaft and verifying the connections related to electric engine drive, coupling to electrical network and controlling electric engine integrity and operation.

- **Nozzle flow rate** was determined by volumetric method for each nozzle type (ALBUZ AXI with the code ISO 11003, tip AG 03), by collecting each nozzle liquid within 1 minute interval, at pressure at which the pump flow rate is set up. Then, the flow rate average value was determined for each device.

- **Determination of pressure reduction (loss):** at ramp segment end are mounted standard manometers instead of nozzles. Device manometer is set for at least two working pressures. Values indicated by device manometer will be compared with values indicated by standard type manometer.

- **Determination of transversal distribution uniformity on testing bench:** testing bench has a scanner with 8 chutes of 100 mm width and 80 mm depth (distance measured between the upper edge and chute bottom). Scanner width is of 1.5 m, and the 8 cylinders are of the same type and size, having 500 ml capacity. Scanner displaces on rails under the spraying ramp, collecting and weighing the liquid coming from each nozzle, thus covering the whole width of spraying machine. Values of measurements are sent by radio-link to computer, which processes and graphically displays them.

Bench for determining the transversal distribution (fig. 2): liquid distribution is measured under the spraying ramp; it represents the spraying machine distribution in the field, being automatically measured with high precision by electronic scanner testing device, which independently moves under the machine up to completely determining the distribution per machine entire width. Surface to measure is of 1.50 m/0.80 m and is completely horizontal for not influencing measurements and irrespective of nozzles deviation angle. Liquid is collected in collecting trays. Data are stored in a memory - box and afterwards transferred to PC. Data transfer is made by radio (radio-link).

RESULTS

Determination of nozzle flow rate

Then, at working pressure of 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0 bar the average flow rate was determined for each nozzle. For each pressure 3 measurements have been performed.

Results obtained are shown in table 1.

Testările pentru verificarea uniformității de distribuție s-au realizat respectând cerințele Directivei 2009/128/CE, Directivei 2006/42/CE și a normelor europene și standarde în vigoare.

Pregătirea standului pentru experimentări a constat în efectuarea reglajelor și fixarea elementelor de sprijin a cadrului, cuplarea transmisiei cardanice la arborele de antrenare al pompei și verificarea ca apărătoarea transmisiei cardanice să fie montată în stare corespunzătoare, verificarea conexiunilor pentru acționarea motorului electric, cuplarea la rețeaua electrică și verificarea integrității și funcționării lui.

- **Debitul prin duză:** s-a determinat prin metoda volumetrică pentru fiecare duză (ALBUZ AXI cu codul ISO 11003, tip AG 03) în parte colectând lichidul debitat prin fiecare duză în interval de 1 minut, la presiunile la care se fac determinările pentru debitul pompei. S-a determinat apoi valoarea medie a debitului pe fiecare dispozitiv de pulverizare în parte.

- **Determinarea căderii (pierderii) de presiune:** la capătul tronsoanelor (segmentelor) de rampă se montează în locul duzelor manometre tip standard. Manometrul utilajului se reglează la cel puțin două presiuni de lucru de referință. Valorile indicate de manometrul utilajului se vor compara cu valorile indicate de manometrul tip standard.

- **Determinarea uniformității distribuției transversale pe standul de probă:** standul de probă are un scanner cu 8 jgheaburi cu lățimea de 100 mm și adâncimea de 80 mm (distanță măsurată între marginea superioară și fundul jgheabului). Lățimea scannerului este de 1,5 m, iar cei 8 cilindri sunt de același tip și mărime și au o capacitate de 500 ml. Scannerul se deplasează pe șine sub rampa de stropit colectând și cântărind lichidul de la fiecare duză în parte, acoperind astfel toată lățimea de lucru a mașinii de stropit. Valorile măsurătorilor sunt trimise prin radio-link la calculator care le prelucrează și le afișează sub formă grafică.

Standul pentru determinarea distribuției transversale (fig. 2): distribuția lichidului este măsurată sub rampa de stropire, ea reflectând distribuția mașinii de stropit în câmp; aceasta este măsurată cu înaltă precizie, independent și automatizat, scannerul testerului electronic mișcându-se autonom sub rampa mașinii de stropit (pe șine) până când se măsoară complet distribuția pe toată lățimea mașinii de stropit. Suprafața de măsurare este de 1,50 m/0,80 m și este complet orizontală pentru a nu avea nici o influență asupra măsurătorilor, neținând seama de unghiul de deviere a duzelor. Lichidul este colectat în țevi colectoare. Datele sunt stocate într-o memory - box și după aceea transferate la PC. Transferul datelor se face prin radio (radio-link).

REZULTATE

Determinarea debitului prin duză

La presiunile de lucru de 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 bar. S-a determinat apoi valoarea medie a debitului pe fiecare duză în parte. Pentru fiecare presiune s-au făcut 3 măsurători. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 1.



Fig. 2 - Bench for determining the transversal distribution / Standul pentru determinarea distribuției transversale

Table 1/ Tabel 1

Nozzle / Duza	Nozzle flow rate / Debit duză [l/min]				
	Pressure / Presiunea [bar]				
	2.0 / 2,0	2.5	3.0	3.5	4.0
Rated value / Valoare nominală	0.98 / 0,98	1.10	1.20	1.30	1.3
1	1.02	1.14	1.22	1.32	1.39
2	1.01	1.12	1.21	1.30	1.40
3	0.99	1.10	1.16	1.23	1.31
4	1.07	1.17	1.25	1.34	1.45
5	1.03	1.15	1.24	1.31	1.43
6	1.04	1.16	1.21	1.30	1.44
7	1.02	1.13	1.18	1.29	1.37
8	1.04	1.13	1.21	1.29	1.41
9	1.01	1.12	1.18	1.26	1.36
10	0.99	1.11	1.17	1.25	1.36
11	1.03	1.13	1.20	1.30	1.40
12	1.06	1.16	1.22	1.30	1.44
13	1.06	1.16	1.21	1.30	1.38
14	1.06	1.14	1.20	1.27	1.36
15	0.98	1.04	1.13	1.26	1.37
16	1.07	1.14	1.22	1.32	1.41
17	1.04	1.08	1.16	1.27	1.30
18	1.08	1.15	1.25	1.34	1.44
19	1.08	1.12	1.19	1.30	1.38
20	1.04	1.15	1.19	1.31	1.40
21	1.06	1.15	1.23	1.36	1.29
22	1.04	1.12	1.19	1.27	1.37
23	1.03	1.11	1.15	1.26	1.30
24	1.11	1.12	1.17	1.34	1.45
AVERAGE/ MEDIA	1.04	1.13	1.20	1.30	1.38

Determination of pressure diminishing (loss)

It has been achieved by mounting standard manometers instead of nozzles at ramp end sections. The values indicated by equipment manometer have been compared to those indicated by standard manometer, the obtained results being shown in table 2.

Determinarea scăderii (pierderii) de presiune

S-a realizat prin montarea la capătul tronsoanelor de rampă în locul duzelor a manometrelor tip standard. S-au comparat valorile indicate de manometrul utilajului cu cele indicate de manometrul tip standard rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 2.

Table 2 / Tabelul 2

Pressure / Presiunea [bar]	Left ramp end / Capăt rampă stânga	Right ramp end / Capăt rampă dreapta
2	2.05	2.06
2.5	2.3	2.37
3	3.03	3.13
3.5	3.23	3.34
4	3.62	3.75

Determination of transversal distribution uniformity

Transversal distribution was made on the testing bench for verifying the spraying machines in field crops (fig. 3), at working pressures of 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0 bar. For each pressure 3 measurements have been performed.

Determinarea uniformității distribuției transversale

Distribuția transversală s-a făcut pe standul de probă pentru verificarea mașinilor de stropit în culturi de câmp (fig. 3), la presiunile de lucru de 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 bar. Pentru fiecare presiune s-au făcut 3 măsurători.



Fig. 3 – Aspects during transversal distribution uniformity determination / Aspecte din timpul determinării uniformității distribuției transversale

A part of results obtained are shown in diagrams in figures 4, 5, 6, 7 and 8.

O parte din rezultatele obținute sunt prezentate în diagramele din figurile 4, 5, 6, 7 și 8.

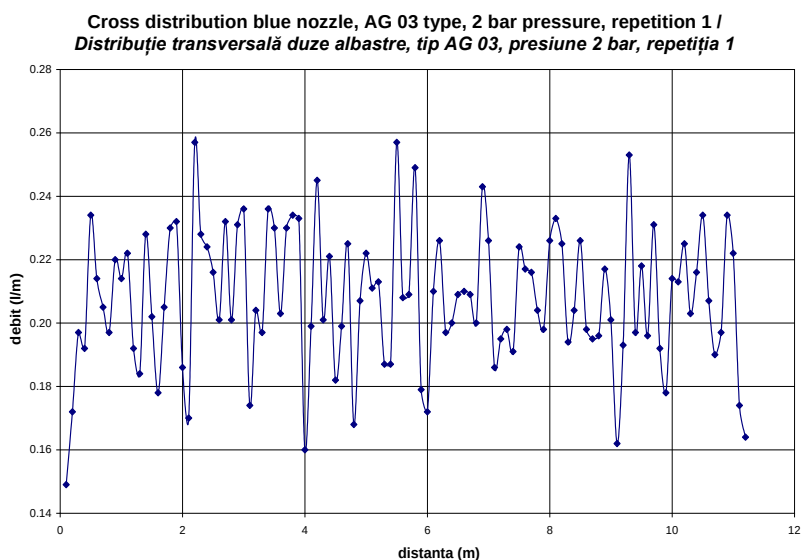


Fig. 4 - Diagrams of transversal distribution at 2.0 bar / Diagramele distribuției transversale la presiunea 2,0 bar

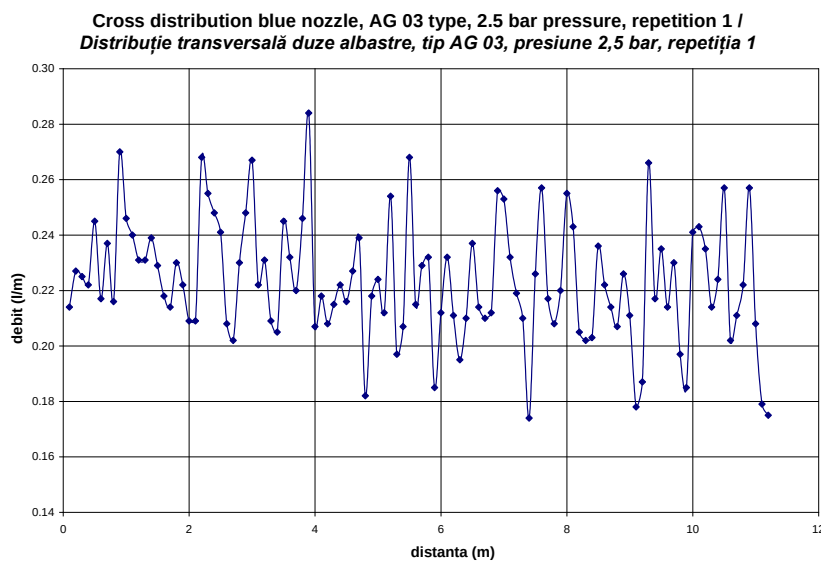


Fig. 5 - Diagrams of transversal distribution at 2.5 bar / Diagramele distribuției transversale la presiunea 2,5 bar

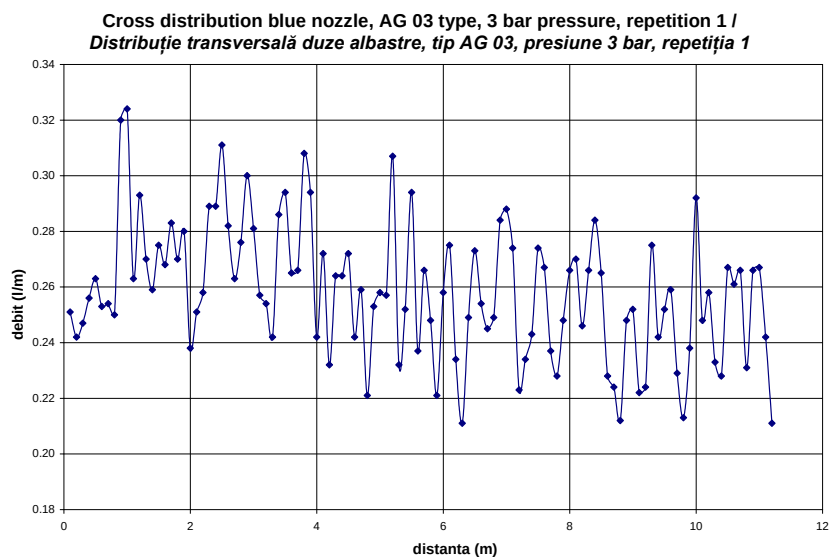


Fig. 6 - Diagrams of transversal distribution at 3.0 bar / *Diagramele distribuției transversale la presiunea 3,0 bar*

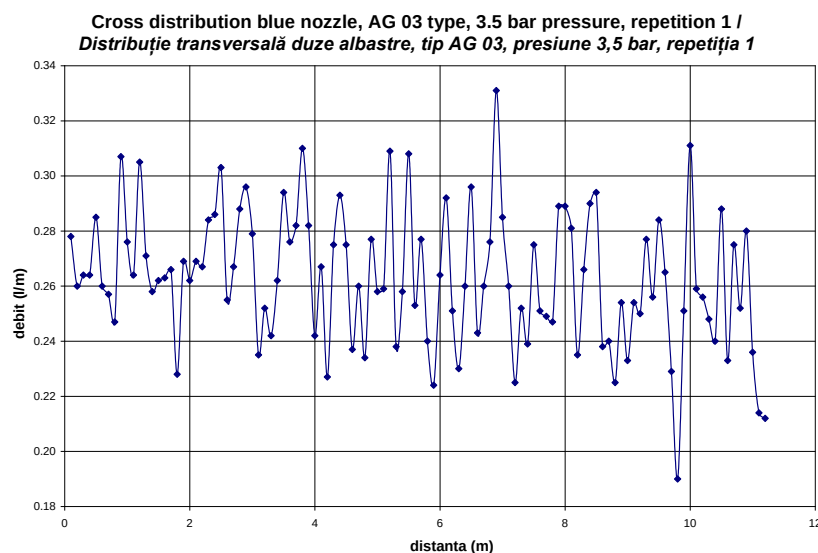


Fig. 7 - Diagrams of transversal distribution at 3.5 bar / *Diagramele distribuției transversale la presiunea 3,5 bar*

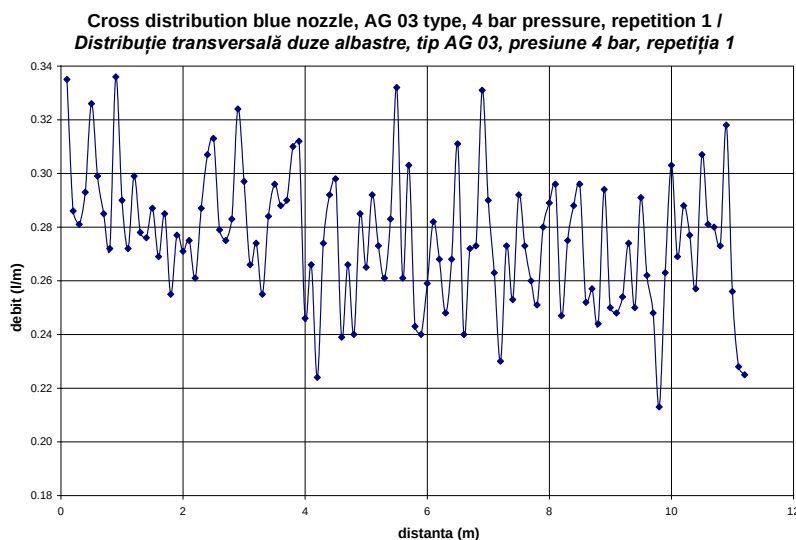


Fig. 8 - Diagrams of transversal distribution at 4.0 bar / *Diagramele distribuției transversale la presiunea 4,0 bar*

CONCLUSIONS

After processing the experimental data was obtained a table containing each nozzle flow, where it is noted

CONCLUZII

În urma prelucrării datelor experimentale s-a obținut un tabel cu debitul fiecărei duze în parte, în care se observă

that the average flow rate on each spraying device does not exceed by more than $\pm 10\%$ the shown nominal flow rate.

Next, checking also pressure drop at the end of the ramp sections, it is noted that pressure does not differ by more than 10% comparing with the indicated value by the machine manometer. Thus, machine verified with the method indicated in the paper meets the conformity requirements from SR EN 13790-1: 2004.

In addition to this type of verification (according to SR EN 13790-1: 2004, method 2), was also verified the transversal distribution uniformity, average deviation not exceeding by more than $\pm 20\%$ the trough average value, related to the pressure applied.

By implementing testing methods after manufacturing it facilitates the implementation of 2009/128/CE Directive, establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides and respecting 2006/42/CE. Directive which provides rules to ensure the environmental requirements for market placing of pesticide application equipment in order to reduce the adverse effects of pesticides on human health and the environment caused by such equipment.

REFERENCES

- [1]. Nițu M., Matache M., Postelnicu E., Vlăduț V. (2012) - *Reduction of environmental pollution by the herbicide applying and spraying equipment by integrating of a centralized system for their monitoring and warning*, Annals University of Craiova, Series - Biology, Horticulture, Agricultural Products Processing Technology, Environmental Engineering, Volume XVII (LIII), Craiova, pag. 383-389;
- [2]. Singh J.S., Pandey V.Ch., Singh D.P. (2011) - *Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development*, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 140, Pg. 339-353;
- [3]. Sørensen C.G., Pesonen L., Bochtis D.D., Vougioukas S.G., Suomi P. (2011) - *Functional requirements for a future farm management information system*, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 76, Pg. 266-276;
- [4]. Stănilă S. - *Considerations on European legislation referring to phytosanitary equipment works*, Agriculture - Scientific and practical Publishing, Cluj-Napoca, pg. 56-60;
- [5]. Vlăduț V., Matache M., Voicea I. - *Comparison of a sprinkler transversal distribution with worn up and new nozzles*, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, 2011, pg. 307 - 312;
- [6]. SR EN ISO 4254-6:2010 - *Agricultural machinery. Security. Part 6: Sprayers and liquid fertilizer machine*;
- [7]. SR EN ISO 16119-1:2013 - *Agricultural and forestry machinery. Environmental requirements of spraying machinery. Part 1: General*;
- [8]. SR EN ISO 16119-2:2013 - *Agricultural and forestry machinery. Environmental requirements of spraying machinery. Part 2: Machines horizontal spray boom*;
- [9]. SR EN 13790-2:2004 - *Agricultural machinery. Spraying machinery. Examining spraying machinery during operation. Part 2: Spraying machinery with worn jet for bushes and fruit growing*.

că valoarea medie a debitului pe fiecare dispozitiv de pulverizare în parte nu depășește cu mai mult de $\pm 10\%$ debitul nominal indicat.

În continuare, verificând și căderile de presiune la capătul tronsoanelor de rampă, se observă că aceste nu se abat cu mai mult de 10% față de valoarea indicată de manometrul utilajului. Astfel, utilajul verificat cu metoda indicată în lucrare respectă cerințele de conformitate din SR EN 13790-1: 2004.

În plus față de acest tip de verificare (conform SR EN 13790-1: 2004, metoda 2), s-a verificat și uniformitatea de distribuție transversală, abaterea medie nedepășind cu mai mult de $\pm 20\%$ valoarea medie pe jgheab, raportată la presiunile aplicate.

Prin implementarea metodei de testare după fabricație se facilitează punerea în aplicare a Directivei 2009/128/CE care stabilește un cadru de acțiune comunitară în vederea utilizării durabile a pesticidelor și respectarea D 2006/42/CE care prevede norme de garantare a cerințelor în materie de mediu la introducerea pe piață a echipamentelor de aplicare a pesticidelor în vederea reducerii efectelor nefaste ale pesticidelor asupra sănătății umane și asupra mediului provocate de astfel de echipamente.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Nițu M., Matache M., Postelnicu E., Vlăduț V. (2012) - *Reducerea poluării mediului de către echipamentele de erbicidat și stropit prin integrarea unui sistem centralizat de monitorizare și avertizare a acestora*, Analele Universității din Craiova, Seria - Biologie, Horticultură, Tehnologia Prelucrării Produselor Agricole, Ingineria Mediului, Volume XVII (LIII), Craiova, pag. 383-389;
- [2]. Singh J.S., Pandey V.Ch., Singh D.P. (2011) - *Micro-organisme eficiente pentru sol: O nouă dimensiune pentru dezvoltarea agriculturii durabile și a mediului*, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volumul 140, Pag. 339-353;
- [3]. Sørensen C.G., Pesonen L., Bochtis D.D., Vougioukas S.G., Suomi P. (2011) - *Cerinte functionale pentru un sistem de informare privind managementul agricol*, Computers and Electronics in Agriculture, Volumul 76, Pag. 266-276;
- [4]. Stănilă S. - *Considerații privind legislația europeană referitoare la echipamentele pentru lucrări fitosanitare*, Agricultura – Științifică și practică, Cluj-Napoca, pag. 56-60;
- [5]. Vlăduț V., Matache M., Voicea I. - *Compararea unei distribuții transversale a mașinii de stropit cu duze noi și uzate*, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, 2011, pag. 307 - 312;
- [6]. SR EN ISO 4254-6:2010 - *Mașini agricole. Securitate. Partea 6: Mașini de stropit și mașini de administrat îngrășăminte lichide*;
- [7]. SR EN ISO 16119-1:2013 - *Mașini agricole și forestiere. Cerințe de mediu pentru mașini de pulverizat. Partea 1: Generalități*;
- [8]. SR EN ISO 16119-2:2013 - *Mașini agricole și forestiere. Cerințe de mediu pentru mașini de pulverizat. Partea 2: Mașini de pulverizat cu rampă orizontală*;
- [9]. SR EN 13790-1:2004 - *Mașini agricole. Mașini de stropit. Examinarea mașinilor de stropit în timpul funcționării. Partea 1: Mașini de stropit utilizate pentru culturile de baza*.

MECHANIZED HARVESTING OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS /

RECOLTAREA MECANIZATA A 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:

Currently the research of medicinal and aromatic plants enjoys a special interest justified by the increasing of efforts in order to finding of cures for some incurable diseases, but also by the need to broaden the assortment of products and pharmaceutical preparations obtained from them. The therapeutic action of medicinal and aromatic plants is due to the presence of bioactive compounds. Important quantities of raw material, rich in active ingredients can be obtained only by cultivating medicinal and aromatic plants, knowing and applying more technological links. One of these is represented by the harvesting. This paper summarizes the techniques of harvesting, especially mechanized harvesting of Herb and the inflorescences of medicinal and aromatic plants, as well as the current trends in the field.

Keywords: active principles, Herba, inflorescences, medicinal and aromatic plants, mechanized harvesting

INTRODUCTION

Since to the therapeutic efficacy of medicinal plants stays the dialectical relationship active substance - pharmacodynamic activity, of prime importance is the quality of the raw material. This is conditional on:

- knowing of the plant organ with the highest content of active substances;
- knowledge of the moment of plant development, when the parts that are capitalized contain the highest amount of active ingredients;
- the harvesting method, so that the losses in active ingredients to be minimized.

The underground organs (roots – *radix*, rhizomes – *rhizoma*, bulbs – *bulbus*, tubers – *tuber*) is usually harvested in autumn, after the plant completed the active period of vegetation.

The aerial organs, respectively the stalk with leaves and flowers - Herbie usually are harvested at the plant flourishing, but where appropriate, the stalks with leaves can be harvested sometimes throughout the whole vegetation period. The buds – *gemmae* and the peel – *cortex*, is collected early in the spring. The leaves – *folium* is collected in the first part of the vegetation. The fruits – *fructus* are harvested when they are completely developed, the fleshy or the dry ones, shortly before the opening. The seeds - *semen* are collected at the full maturity [3].

The flowers - *flores*, for some species are harvested before they open, while others containing volatile oils when they are completely opened. If the flowers fade, they do not contain volatile oils or other active principles in the same proportions, causing qualitative losses of harvest. It is recommended optimal harvesting moments depending on the species, thus: for chamomile and calendula harvesting will be made when the 50% of tubular flowers from flower head are opened and the ligulate flowers have a horizontal position, for the corn silk harvesting will be done after fertilization, therefore after its wilting [8].

It is recommended that the leaves, flowers and inflorescences to be harvested during steady weather, sunny, without humidity, in the morning or in the afternoon. The

Rezumat:

În prezent, cercetarea plantelor medicinale și aromatice se bucură de un interes deosebit, justificat de sporirea eforturilor pentru găsirea de remedii, pentru anumite boli incurabile, dar și de necesitatea lărgirii sortimentelor de produse și preparate farmaceutice obținute din acestea. Acțiunea terapeutică a plantelor medicinale și aromatice se datorează prezenței compușilor bioactivi. Cantități importante de materie primă, bogată în principii active, se pot obține, doar prin cultivarea plantelor medicinale și aromatice, cunoscând și aplicând mai multe verigi tehnologice. Una dintre acestea o reprezintă recoltarea. În lucrare se prezintă sintetic tehnicile de recoltare, mai ales de recoltare mecanizată a herbei și a inflorescențelor plantelor medicinale și aromatice, precum și tendințele actuale din domeniu.

Cuvinte cheie: plante medicinale și aromatice, principii active, recoltare mecanizată, herba, inflorescente

INTRODUCERE

Deoarece la baza eficienței terapeutice a plantelor medicinale stă relația dialectică substanță activă-acțiune farmacodinamică, de primă importanță este calitatea materiei prime. Aceasta este condiționată de:

- cunoașterea organului de plantă cu conținutul cel mai ridicat în substanțe active;
- cunoașterea momentului din dezvoltare a plantei, când părțile care se valorifică conțin cea mai mare cantitate de principii active;
- metoda de recoltare, astfel ca pierderile de principii active să fie minime.

Organele subterane (rădăcini – *radix*, rizomi – *rhizoma*, bulbi – *bulbus*, tuberculi – *tuber*) se recoltează de obicei toamna, după ce planta încheie perioada activă de vegetație.

Organele aeriene, respectiv tulpina cu frunze și flori – *herba*, se recoltează de regulă la înflorirea plantei, dar după caz, tulpinile cu frunze, se pot recolta uneori în toată perioada de vegetație. Mugurii – *gemmae* și coaja – *cortex*, se colectează primăvara devreme. Frunzele – *folium* se colectează în prima parte a vegetației. Fructele – *fructus* se recoltează când sunt complet dezvoltate, la cele cărnoase sau la cele uscate, cu puțin înainte de deschidere. Semințele - *semen* se colectează la maturitate deplină [3].

Florile - *flores*, se recoltează pentru unele specii înainte de a se deschide, iar pentru altele care conțin uleiuri volatile, când sunt complet deschise. Dacă florile se ofilesc, nu mai conțin uleiuri volatile sau alte principii active în aceleași proporții, determinând pierderi calitative de recoltă. Se recomandă momente optime de recoltare funcție de specie, astfel: pentru mușetel și gălbenele recoltarea se va face când 50% din florile tubulare din capitul sunt deschise iar florile ligulate au poziție orizontală, pentru mătasea de porumb recoltarea se va face după fecundare, deci după ofilirea acesteia [8].

Se recomandă ca frunzele, florile și inflorescențele să se recolteze pe timp stabil, cu soare, fără umiditate, dimineața sau după amiaza. Speciile cultivate pentru

species cultivated for fruits and seeds are collected on breezy weather in the morning, evening or in the night [5]. For the resources containing volatile oils is recommended the collection on cloudy weather [3].

Harvesting of medicinal and aromatic plants can be made: manually, semi-mechanized and mechanized [7].

The manual harvesting performed by qualified personnel has as a result top quality products. Otherwise, quality of products obtained is not even. In some cases, this harvesting method is the only available [7], although it is a lengthy and costly process, taking place with big losses.

The semi-mechanized harvesting represents a compromise between developing and using auxiliary devices due to which the manual harvesting can be easier, more effective and less burdensome for the operator by ensuring an as ergonomically position of it. This humanization of the work appeared because the access of the medicinal and aromatic plant producers to the know-how of the market, relating to the mechanized harvesting, is very expensive. The development of an "own" mechanization is also very expensive [7].

The mechanized harvesting of medicinal and aromatic plants are used mainly for the cultivated species.

MATERIALS AND METHOD

In the paper, the mechanized harvesting of medicinal and aromatic plants is classified and analyzed depending on several factors. In order to be applied, the mechanized harvesting imposes:

- creation of new varieties of herbs and aromatic plants so that the plants from a crop to develop as evenly;
- conceiving and achievement of high performance machinery, which are based on new techniques for harvesting.

Mechanized harvesting of a useful certain part of medicinal and aromatic plants, leads to the following classification:

- harvesting of bulbs and roots;
- harvesting of Herb leaves and stalks;
- harvesting of flowers or parts of flowers;
- harvesting of fruits and seeds.

Mechanized harvesting of the inflorescences consist in the action of detachment of the floricultural segment from the rest of the plant, retention, transport and unloading in a collecting bunker. The floricultural segment detachment is achieved by two methods:

- cutting the petiole under the action of shear forces;
- breaking the petiole in the section of least resistance under the action of the pulling force.[9]

According to the method of detachment used, the harvesting bodies can be:

- with cutting device;
- with specialized organs.

The harvesting systems with cutting device carried the sectioning of plant stalks at the a fixed distance from the ground [9]. The cutters are those classicals construction of used in the mowing machines, with cutting by shearing. The shearing forces are applied by two distinct components: knife and counter-knife. From the constructive point of view there are two types of cutting devices: with simple knife and with double knife. The systems with cutting device are used for the harvesting of the inflorescences with herb of Medicinal and aromatic plants, namely all the aerial part of a plant (stalk, leaves and flowers). At some species is practiced such harvesting, after the inflorescences were harvested (for example: camomile), at others is practiced from the beginning (mint, hyssop, etc.) [6].

fructe și semințe se colectează pe timp răcoros dimineata, seara sau noaptea [5]. Pentru resursele care conțin uleiuri volatile se recomandă colectarea pe timp noros [3].

Recoltarea plantelor medicinale si aromatice se poate realiza: manual, semi-mecanizat și mecanizat [7].

Recoltarea manuală efectuată de personal calificat are drept rezultat produse de calitate superioară. Altfel, calitatea produselor obtinute nu este uniformă. În unele cazuri, această metodă de recoltare este singura disponibilă [7], desi este un proces îndelungat și costisitor, care se desfășoară cu pierderi mari.

Recoltarea semi-mecanizata reprezinta un compromis între a dezvolta și utiliza dispozitive auxiliare, datorita carora, recoltarea manuală poate fi mai ușoara, mai eficientă și mai puțin solicitantă pentru operator, prin asigurarea unei pozitii cat mai ergonomice a acestuia. Aceasta umanizare a muncii a aparut deoarece accesul producatorilor de plante medicinale si aromatice la know-how-ul de pe piață, referitor la recoltarea mecanizată, este foarte scump. Dezvoltarea unei mecanizări „proprii” este de asemenea foarte costisitoare [7].

Recoltarea mecanizată a plantelor medicinale si aromatice se utilizeaza preponderent pentru speciile cultivate.

MATERIALE ȘI METODA

În lucrare, recoltarea mecanizată a plantelor medicinale si aromatice este clasificata si analizata in functie de mai multi factori. Pentru a putea fi aplicata, recoltarea mecanizata impune:

- crearea unor noi varietăți de plante medicinale si aromatice, astfel încât plantele dintr-o cultură să se dezvolte cât mai uniform;
- conceperea și realizarea unor mașini performante, care au la bază noi tehnici de recoltare.

Recoltarea mecanizata a unei anumite parti utile a plantelor medicinale si aromatice, conduce la urmatoarea clasificare:

- recoltarea bulbilor și rădăcinilor;
- recoltarea herbei, frunzelor și tulpinilor;
- recoltarea florilor sau a părților din flori;
- recoltarea fructelor și semințelor.

Recoltarea mecanizata a inflorescentelor consta în acțiunea de detașare a segmentului floricol de restul plantei, reținerea, transportul și descărcarea într-un buncăr colector. Desprinderea segmentului floricol se realizează prin două procedee:

- tăierea pețiolului sub acțiunea unor forțe tăietoare;
- ruperea pețiolului în secțiunea de minimă rezistență, sub acțiunea forței de smulgere.[9]

În funcție de procedeul de detașare utilizat, organele de recoltare pot fi:

- cu aparat de tăiere;
- cu organe specializate.

Sistemele de recoltare cu aparat de tăiere realizează secționarea tulpinilor plantelor la o distanță determinată de sol [9]. Aparatele de tăiere sunt cele clasice, utilizate în construcția cositorilor, cu tăiere prin forfecare. Forțele tăietoare sunt aplicate de două piese distincte: cuțit și contracuțit. Din punct de vedere constructiv există două tipuri de aparate de tăiere: cu cuțit simplu și cu cuțit dublu. Sistemele cu aparat de tăiere se utilizează pentru recoltarea inflorescențelor cu herbă de plante medicinale și aromatice, adică toată partea aeriană a unei plante (tulpină, frunze și flori). La unele specii se practică acest gen de recoltare, după care au fost recoltate inflorescențele (ex: mușetel), la altele se practică de la început (menta, isop, etc.) [6].

This type of harvesting from large areas (used for: mint, hyssop, sage, nettle, basil etc.) is performed with *machinery* (self propelled or towed) *intended for harvesting of leafy vegetables* (spinach, lettuce, parsley, basil, etc.)

Harvesting can be done with *specialized machines for the harvesting of several species of MAP and herbaceous plants* of the type mower loader, developed especially by the small companies. This kind of machinery is profitable because it can be used for example for the harvesting of chamomile, Calendula and lavenders as well as at the grass mowing [6].

Harvesting of medicinal and aromatic plants from small plots and experimental horticultural fields is done with small capacity machines, pushed or carried by operators. The main element is a cutting device whose width can be between 1.2-1.6 m (the portable mower SuperCut 2000NT) or between 0.75 to 1.2 m (harvesters Jenquip NZ). Next to this the small machines are equipped with other elements that support the collection process, such as: blower, bag collector or supporting wheels, conveyor etc. [6]

Harvesting of flowers is a typical problem and special for the medicinal and aromatic plants, being an operation that rarely is performed for other crops. Chrysanthemum flowers (of which the pyrethrin is extracted) can be harvested by means of special organs type:

- rotor with bars (Fig. 1 left), where the cylinder (11) induces stress in the stalk of the plant (10) in the vicinity of the flower head, while the flower (9) is separated from the stalk between the bars (8) of the rotor and the bottom wall (5) [10];
- picker with bars and fingers (Fig.1 center right), characterized by the alternation of thin fingers and closer (a) to those thicker and spaced (b), being three each areas for each type [11].

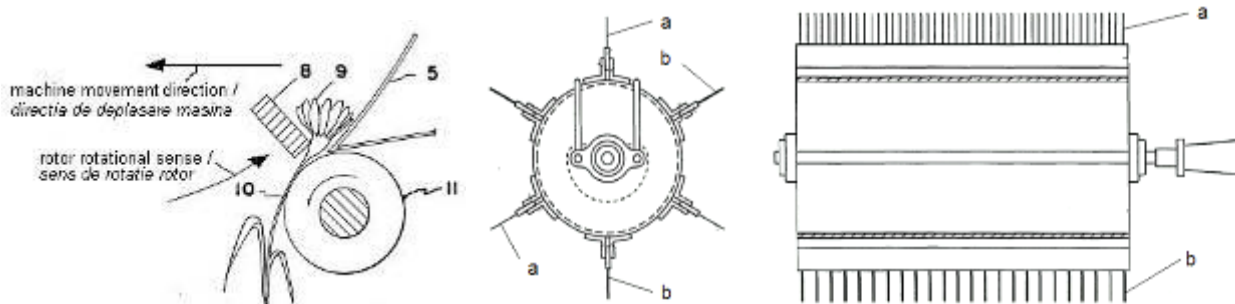


Fig. 1 – Harvesting systems for chrysanthemum flowers / Sisteme de recoltare pentru flori de crizantema [10], [11]

Chamomile is an important medicinal plant that is cultivated in the world on approx. 20,000 ha, of which 1,000 ha in Germany. [1] Before '90, surfaces cultivated in Europe were much higher, even Romania was among the manufacturers.

The dominant organ of chamomile harvest remains the comb. [4] In order to be rotate, the combs are arrayed on a picker so that when passing through the layer of stalks, perform the separation of flowers. The working process includes:

- a) comb penetration into the layer of stalks;
- b) combs movement along the stalks;
- c) combs exit from the layer of stalks. [9]

The rotary harvesters with combs characterizes all self-propelled harvesters of chamomile known. These were developed in the '80s [1] some of them are still used today such as: Hege, KemLinzIII (Germany), Slovark VZR-4 (Slovakia) [4]. The common feature of these machines is the the rotation movement of the picker in the direction of

Acest gen de recoltare de pe suprafete mari (utilizat pentru: menta, isop, salvie, urzica, busuioc etc.) se realizeaza cu *masini* (autopropulsate sau tractate) *destinate recoltarii legumelor frunzoase* (spanac, salata, patrunjel, busuioc, etc.)

Recoltarea se poate realiza cu *mașini specializate pentru recoltarea mai multor specii de PMA și plante ierboase* de tipul cositoare încărcătoare, dezvoltate mai ales de companiile mici. Genul acesta de mașini este profitabil, deoarece poate fi folosit pentru recoltarea de exemplu a muștelului, gălbenelelor și lavandei, precum și la cositul ierbi [6].

Recoltarea plantelor medicinale și aromatice de pe parcele mici și câmpuri experimentale horticole se realizează cu mașini de capacitate mică, împinse sau purtate de operatori. Elementul principal este un aparat de tăiere a cărui lățime poate fi cuprinsă între 1,2-1,6 m (cositoarea portabilă SuperCut 2000NT) sau între 0,75-1,2m (culegatoarele Jenquip NZ). Pe lângă acesta, micile mașini sunt dotate cu alte elemente care susțin procesul de colectare, cum ar fi: suflanta, sac colector sau roți de sprijin, transportor etc. [6]

Recoltarea florilor este o problema tipică și specială pentru plantele medicinale și aromatice, fiind o operație care rareori se execută pentru alte culturi. Florile de crizantemă (din care se extrage piretrina) se pot recolta cu ajutorul unor organe specializate de tip:

- rotor cu bare (fig.1 stg), unde cilindrul (11) induce tensiune în tulpina plantei (10) în vecinătatea capului florii, în timp ce floarea (9) este desprinsă de tulpină între barele (8) ale rotorului și peretele inferior (5) [10];
- culegător cu bare și degete (fig.1 centru dr.), caracterizat prin alternanța degetelor subțiri și mai apropiate (a) cu cele mai groase și mai distanțate (b), fiind câte trei zone pentru fiecare tip [11].

Musetelul este o importantă plantă medicinală care se cultiva în lume pe aprox. 20.000 ha, din care 1.000 ha în Germania. [1] Înainte de '90, suprafețele cultivate în Europa erau mult mai mari, chiar și România se situa printre producători.

Organul de recoltare dominant pentru muștel, rămâne pieptenele. [4] Pentru a putea fi roțiți pieptenii, sunt dispuși pe un culegător, astfel încât la trecerea prin stratul de tulpini, desprind florile. Procesul de lucru cuprinde:

- a) pătrunderea pieptenilor în stratul de tulpini;
- b) deplasarea pieptenilor de-a lungul tulpinilor;
- c) ieșirea pieptenilor din stratul de tulpini. [9]

Culegătoarele rotative cu piepteni caracterizează toate mașinile autopropulsate de recoltat muștel cunoscute. Acestea s-au dezvoltat în anii '80 [1] unele din ele se mai folosesc și astăzi cum ar fi: Hege, KemLinzIII (Germania), Slovark VZR-4 (Slovakia) [4]. Caracteristica comună a acestor mașini o reprezintă mișcarea de rotație a

movement of the machine, namely the combs scrape the plants from bottom to top.[7] All models are equipped with drum type collector, on which the combs are arrayed equidistantly. The German models differ greatly constructively, but each has 9 combs, whose position is controlled by means of some rollers guided on a profile. To the Hege model, each comb has cleaning brush and the Linz model has a fixed cleaning brush. Both models have the transport systems toward the bunker of the harvested flowers arranged on the left side of the machine. The Slovakian model has a collector of a simpler construction, with 4 combs and fixed brush for their cleaning. To this model, the flowers harvested are directed laterally on both sides, from where are taken over by a pneumatic conveyor to be carried in the bunker without being damaged.

Table 1 shows the comb characteristics for each of the harvesting combines, as described previously [4].

culegătorului în direcția de deplasare a mașinii, adică pieptenii razează plantele de jos în sus.[7] Toate modelele sunt dotate cu culegător tip tambur, pe care pieptenii sunt dispuși echidistant. Modele germane diferă foarte mult constructiv, dar fiecare are 9 piepteni, a căror poziție este controlată prin intermediul unor role ghidate pe un profil. La modelul Hege, fiecare pieptene are perie de curățare, modelul Linz are o perie fixă de curățare. Ambele modele au sistemele de transport spre buncarul florilor recoltate, dispuse pe laterală stângă a mașinii. Modelul slovac are un culegător de o construcție mai simplă, cu 4 piepteni și perie fixă de curățare a acestora. La acest model, florile recoltate sunt direcționate lateral, pe ambele părți, de unde sunt preluate de un transportor pneumatic, pentru a fi duse în buncar, fără a fi vătămate.

În tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile pieptenului pentru fiecare din combinele de recoltat, descrise anterior [4].

Table 1 / Tabel 1

Combs characteristics of the harvesting combines /
Caracteristicile pieptenului pentru combinele de recoltat [4]

Characteristic of the comb/ Caracteristica pieptenului	Type of combine / Tipul de combina		
	KEM Lenz 111	Hege	Slovark VZR-4
Tooth length / Lungimea dintelui [mm]	40	50	90
Tooth width / Latimea dintelui [mm]	8.0/8,0	7.0/7,0	8.0/8,0
Gap width / Latimea golului [mm]	3.0/3,0	3.5/3,5	6.0/6,0

The latest achievement in this field is an Italian prototype made by PRISMA (Polo di Ricerca Innovazione Sperimentazione Machine Agricole) in collaboration with NGO's L'officina di Naldoni Giacometti presented at EIMA 2010 Prentice Hall.

The picker is of cylindrical type, having a movement from top to bottom in the crop (in the opposite sense of the machine advancing direction). It has a length of 2540 mm and is equipped with 6 combs of 160 mm length. Their position is oriented by means of some cranks guided by an eccentric. After being picked up, the flowers are evicted from the cylinder to a conveyor belt leading them into the bunker. The machine is selfpropelled, having hydrostatic transmission. In Figure 2. A is presented a front view and bottom of the picker with combs. In Figure 2 B the picker is seen from behind and top, highlighting the brushes for the combs cleaning [2].

Cea mai nouă realizare din domeniu este un prototip italian realizat de P.R.I.S.M.A (Polo di Ricerca Innovazione Sperimentazione Machine Agricole) în colaborare cu ONG L'officina di Naldoni e Giacometti, prezentată la Salonul de Inventii EIMA 2010.

Culegătorul este de tip cilindric, având o mișcare de sus în jos în cultură (în sens invers direcției de înaintare a mașinii). Are o lungime de 2540 mm și este dotat cu 6 piepteni de 160 mm lungime. Poziția acestora este orientată prin intermediul unor manivele ghidate de un excentric. După ce au fost culese, florile sunt expulzate din cilindru către o bandă transportoare care le duce în buncăr. Mașina este autopropulsată, având transmisie hidrostatică. În figura 2. A este prezentată o vedere din față și de jos a culegătorului cu piepteni. În figura 2 B culegătorul este văzut din spate și de sus, evidențiindu-se periile pentru curățarea pieptenilor [2].

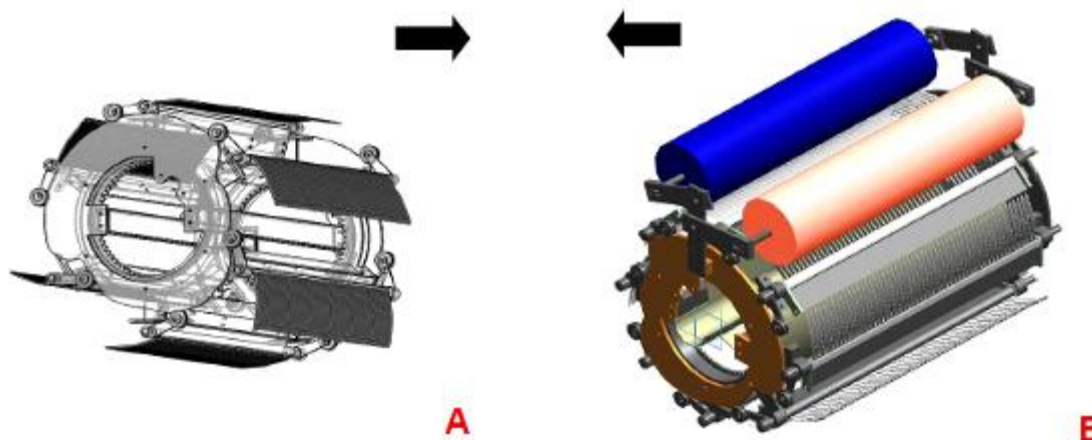


Fig. 2 – Schematic presentation of the picker of the Italian machine for chamomile harvesting /
Prezentare schematică a culegătorului mașinii italiene de cules mușetel [2]

The operational testing of the new harvesting machine made in a chamomile crop with good agronomic characteristics were more than satisfactory, compared to the performance of other machines. Thus the machine harvests the chamomile flowers from 1 ha in about 3 hours,

Testele de funcționare ale noii mașini de recoltat, efectuate într-o cultură de mușetel cu bune caracteristici agronomice, au fost mai mult decât satisfăcătoare, comparativ cu performanțele altor mașini. Astfel mașina recoltează florile de mușetel de pe 1 ha în aproximativ 3

the harvested material being collected in a proportion of 70%, of first quality (the petiole length of capitulum <15mm) [2].

RESULTS AND CONCLUSIONS

Harvesting of medicinal and aromatic plants flowers is the most difficult work within the culture technologies for these species. Mechanization of this work is an important factor for the reduction in the cost of raw material and implicitly to increase its quality. The quality of the harvested material reflects implicitly and the quality of: variety, of tillage and of the harvesting modality.

By amelioration is creating new varieties of high productivity and with vegetative characteristics suitable for mechanized harvesting, characterized by: development as evenly of the plants, simultaneously blossoming - conventionally established when more than half of the inflorescences have flowers with developed ligules, the distribution of the inflorescences at the floral upper floors.

Until the 90s, many European countries cultivated large areas with medicinal and aromatic plants, producing specialized equipment for their harvesting. After this date, due to several circumstances, the production of these machines has recorded a decline. The constructive complexity of some of them generates a high cost price, which is an impediment to the promotion and their attainment at an industrial scale. In the last period there is a revival of the domain, targeting the development of high performance machines for harvesting of the inflorescences at a low price.

Achieving of inflorescence harvesting equipment from crops in strips, intended for for tractors with powers <30 HP, could be a solution for the relaunch of camomile cultivation in Romania, where this plant currently occupies insignificant surfaces.

REFERENCES

- [1]. Brabandt H., Ehlert D. (2011) - *Chamomile harvesters: A review*, Industrial Crops and Products 34 (2011) 818-824;
- [2]. Colorio G (2011) - *Innovative system of camomile harvesting: Italian manufacturing machine*, presentation at SANA - Salone Internazionale del Naturale, Bologna 2011;
- [3]. Dihoru A., Dihoru Gh (2008) - *Plants used in human and animal digestion*, Publishing House Ars Docendi, Bucharest 2008, ISBN 978-973-558-376-7, (pg. 10, 13);
- [4]. Ehlert D. and col. (2011) - *Influence of comb parameters on picking properties for chamomile flowers* Industrial Crops and Products, 33 (2011) 242-247;
- [5]. Laza A., Rácz G. (1975) - *Medicinal and aromatic plants*, CERES Publishing House, Bucharest;
- [6]. Muscalu A and col.(2012) - *Harvesting and processing of medicinal and aromatic plants*, Terra Nostra Science Publishing House 2012 ISBN 978-606-623-012-4;
- [7]. Öztekin S. Martinov M. (2007) - *Medicinal and aromatic crops –Harvesting, Drying, Processing* Haworth Food &Agricultural Product Press™, New York;
- [8]. Paun E. and col.(1988) - *Treaty of cultivated medicinal and aromatic plants*, Vol.I-II, Academy Publishing House, Bucharest;
- [9]. Popa E. and col. (1997) *Theoretical and experimental contributions to the mechanized harvesting of medicinal plants inflorescences*, INMA Scientific Papers, Vol. I, pg.514-525, Bucharest;
- [10]. Patent Nr.4761942 *Flower harvesters* Geoffrey A.

ore, materialul recoltat fiind in proportie de 70 %,de prima calitate (lungimea pețiolului capitulului <15mm). [2]

REZULTATE SI CONCLUZII

Recoltarea florilor plantelor medicinale și aromatice este lucrarea cea mai dificilă din cadrul tehnologiilor de cultură pentru aceste specii. Mecanizarea acestei lucrări reprezintă un factor important pentru reducerea prețului de cost al materiei prime și implicit pentru creșterea calității acesteia. Calitatea materialului recoltat reflecta implicit și calitatea: soiului, a lucrărilor agrotehnice și a modalității de recoltare.

Prin ameliorare se creează noi soiuri de mare productivitate și cu caracteristici vegetative potrivite recoltării mecanizate, caracterizate prin: dezvoltarea cât mai uniformă a plantelor, înflorire simultană – stabilitate convențional când mai mult de jumătate din inflorescențe au flori cu ligule dezvoltate, distribuția inflorescențelor la etajele florale superioare.

Până în anii '90, multe țări europene cultivau suprafețe însemnate cu plante medicinale și aromatice, producând utilaje specializate pentru recoltarea acestora. După această dată, datorită mai multor circumstanțe, producerea acestor utilaje a înregistrat un declin. Complexitatea constructivă a unora dintre ele, generează un preț de cost ridicat, ceea ce reprezintă un impediment în promovarea și realizarea lor la scară industrială. În ultima perioadă se constată o relansare a domeniului, tinta fiind realizarea de utilaje performante pentru recoltarea inflorescențelor, la un preț scăzut.

Realizarea de echipamente de recoltat inflorescente din culturi în benzi, destinate tractoarelor cu puteri < 30 CP, ar putea constitui o soluție pentru relansarea cultivării mușetelului în România, unde aceasta planta ocupa în acest moment suprafețe neînsemnate.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Brabandt H., Ehlert D. (2011) - *Recoltarea mușetelului - O sinteză*, Culturi și produse industriale, 34 (2011), 818-824;
- [2]. Colorio G (2011) - *Sistem inovativ de recoltare a mușetelului: Mașina de producție italiană*, prezentare la SANA - Salonul Internațional de Naturale, Bolonia 2011;
- [3]. Dihoru A., Dihoru Gh (2008) - *Plante utilizabile în digestia omului și a animalelor*, Editura Ars Docendi, București 2008, ISBN 978-973-558-376-7, (pg. 10, 13);
- [4]. Ehlert D. și col. (2011) - *Înfluența parametrelor pieptenului asupra proprietăților recoltării florilor de mușetel*, Culturi și produse industriale, 33 (2011) 242-247;
- [5]. Laza A., Rácz G. (1975) - *Plante medicinale și aromatice*, Editura CERES, București;
- [6]. Muscalu A și col. (2012) - *Recoltarea și procesarea plantelor medicinale și aromatice*, Editura Terra Nostra Iași 2012 ISBN 978-606-623-012-4;
- [7]. Öztekin S. Martinov M. (2007), *Culturi de plante medicinale și aromatice - Recoltare, Uscare, Procesare*, Trustul de Presă Haworth Agricultură &Alimentație, New York;
- [8]. Paun E. și colab. (1988) - *Tratat de plante medicinale și aromatice cultivate*, Vol.I-II, Ed. Academiei, București;
- [9]. Popa E. și col. (1997) *Contribuții teoretice și experimentale la recoltarea mecanizată a inflorescențelor de plante medicinale*, Lucrări Științifice INMA, vol.I, pag. 514-525, București;
- [10]. Brevet Nr.4761942 *Recoltarea florilor* Geoffrey A.

Williames, US Patent Office, 1988;
[11] Patent Nr. 5501067 *Selective harvesting machine*
Claude E. Brown, US Patent Office, 1996.

Williames, US Patent Office, 1988;
[11]. Brevet Nr. 5501067 *Masina de recoltat flori selectiv*
Claude E. Brown, US Patent Office, 1996.

THEORETICAL ARGUMENTATION OF CUTTING PART PARAMETERS OF A WINDROVER

ARGUMENTAREA TEORETICĂ A PARAMETRILOR ORGANULUI DE TĂIERE AL UNUI VINDROVER

PhD. Eng. Cerempei V.

Institute of Agricultural Machinery "Mecagro", Chisinau / Moldova

E-mail: institut@mecagro.md

Abstract :

The paper presents the physical model of the process of cutting and displacement of the vegetal mass within the combine windrover. It is theoretically argued the inclination angle of cutting disc depending on the degree of bending of the cutted stalks.

Cuvinte-cheie: constructive parameters, cutting, physical model, thick stalks, windrover

INTRODUCTION

The analysis of cutting equipment construction regarding their use at harvesting of crops with thick stalks, first of all of sweet sorghum, indicates that at the moment, judging by the quality and productivity of cutting and by the economic indicators, the best solution is the construction with the vertical axis of rotation of the knives [1].

Elaboration of the windrover with the rotary working bodies requires carrying out a theoretical study of the process of cutting and displacement of vegetal mass, taking into account the multitude of factors having influence on this process (physico-mechanical properties of vegetal mass; speeds to propel the tractor-machine aggregate, rotation speeds of the cutting discs and of the driving and displacement drums of vegetal mass; geometrical parameters of working bodies of the windrover.)

MATERIAL AND METHOD

The physical model of the cutting and displacement process of vegetal mass

The windrover cutting device is equipped with cutting discs and with drums for driving and displacement of vegetal mass .

Rezumat:

În lucrare este prezentat modelul fizic al procesului de tăiere și deplasare a masei vegetale în vindroverul combinei. Este argumentat teoretic unghiul de înclinare al discului de tăiere în dependență de gradul încovoierii tulpinilor tăiate.

Cuvinte-cheie: model fizic, parametrii constructivi, tăiere, tulpini groase, vindrover

INTRODUCERE

Analiza construcției aparatelor de tăiere privind utilizarea lor la recoltarea culturilor cu tulpini groase, în primul rând a sorgului zaharat, demonstrează că la momentul actual, judecând după calitatea și productivitatea tăierii, după indicii economici, varianta optimă este construcția cu axa verticală de rotație a cuțitelor [1].

Elaborarea vindroverului cu organele de lucru rotative necesită efectuarea unui studiu teoretic al procesului de tăiere și deplasare a masei vegetale, luând în considerație multitudinea factorilor care au influență asupra acestui proces (proprietățile fizico-mecanice ale masei vegetale; vitezele de propulsare a agregatului tractor-mașină, vitezele de rotație a discurilor de tăiere și ale tamburilor de antrenare și deplasare a masei vegetale; parametrii geometrice ai organelor de lucru ai vindroverului.)

MATERIAL ȘI METODĂ

Modelul fizic al procesului de tăiere și deplasare a masei vegetale

Aparatul de tăiere al vindroverului este dotat cu discuri de tăiere și tamburi pentru antrenarea și deplasarea masei vegetale.

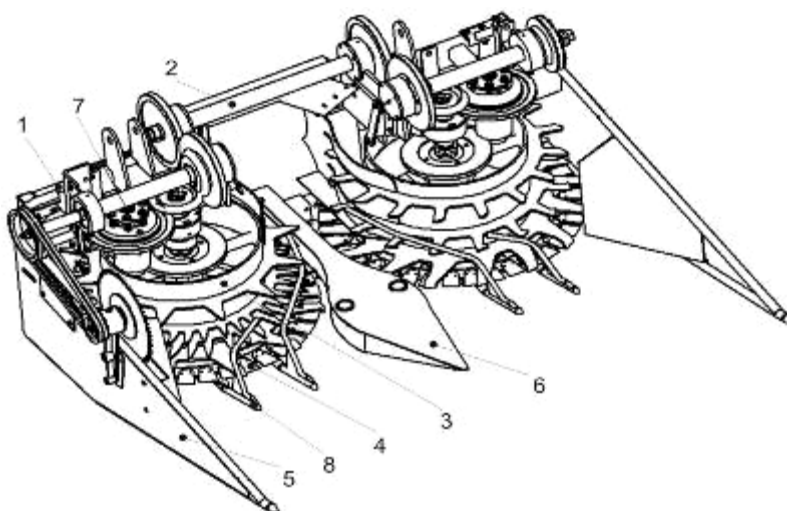


Fig. 1 – The windrover of combine / Vindroverul combinei:

1 - frame / cadru; 2 - transmission shaft / arborele transmisiei; 3 – drum / tambur; 4 - cutting disc / discul de tăiere; 5 – lateral divisors / divizori laterali; 6 - central divisor / divizor central; 7 - the acting mechanism of the drum / mecanismul de acționare a tamburului; 8 - rods / tije

The circular speed of the knives placed on the periphery of the disks must be enough for ensuring the cutting process without support. The drums 3 (fig. 1, 2) provide the driving and evacuation of stalks from the cutting zone, their

Viteza circulară a cuțitelor amplasate pe periferia discurilor trebuie să fie suficientă pentru asigurarea procesului de tăiere fără reazem. Tamburii 3 (fig.1, 2) asigură antrenarea și evacuarea tulpinilor din zona de

reorientation from the vertical to horizontal position and displacement towards the supplying rollers.

When the windrover approach the stalk, the disk 4 (fig. 1, 2), placed in the bottom of the drum, cut the stalk and the teeth the bottom level of the drum grab the stalk evacuating it from the row. For securely engaging of the stalk in the evacuation process participate simultaneously the teeth of the drum 3 placed at the bottom level, as well at the upper levels. At this stage the stalk is positioned between the teeth of the drum 3 and the rods 10 (fig.1, 2).

In the evacuation process the stalks are driven by the drum teeth and by the upper side of the cutting disc, with which touches the base (the leg) of the stalk. At the initially moment of contact with those organs the stalk is in connection with the root, then after the full cutting – under the action of the static inertial force. For this reason the stalk sticks to the drum teeth surface (fig. 2 c).

Rotating jointly with the drum and having as support the upper surface of the cutting disc, the stalk is subjected to the influence of centrifugal forces which can remove it from driving with the teeth, if at this moment the stalk is not entered in contact with the inner surface of the guiding rod. In the case the stalk exits from the driving of the drum, it stops and in just a moment, due to the translational motion of the windrover, it is again driven between the teeth of the drum and the guiding rods which impose the direction of movement of the stalk.

tăiere, reorientarea lor din poziția verticală în cea orizontală și deplasarea către tăvălugii de alimentare.

La apropierea vindroverului de tulpină, discul 4 (fig. 1, 2), amplasat în partea de jos a tamburului, taie tulpina, iar dinții la nivelul de jos al tamburului apucă tulpina evacuând-o din rând. Pentru antrenarea sigură a tulpinii în procesul de evacuare participă simultan dinții tamburului 3 amplasați la nivelul de jos, precum și la nivelurile superioare. La această fază tulpina este poziționată între dinții tamburului 3 și tijele 10 (fig.1, 2).

În procesul de evacuare tulpinile sunt acționate de dinții tamburului și de partea superioară a discului de tăiere, cu care contactează baza (piciorul) tulpinii. La momentul inițial de contact cu organele menționate tulpina se află în legătură cu rădăcina, apoi după tăierea deplină – sub acțiunea forței de inerție statică. Din această cauză tulpina se lipește de suprafața dinților tamburului (fig. 2 c).

Rotindu-se împreună cu tamburul și având ca sprijin suprafața superioară a discului de tăiere, tulpina este supusă influenței forțelor centrifugale care pot s-o scoată din antrenare cu dinții, dacă la acest moment tulpina nu este introdusă în contact cu suprafața interioară a tije de ghidare. În cazul în care tulpina iese din antrenarea tamburului, ea se oprește și peste o clipă, datorită mișcării de translație a vindroverului, este din nou antrenată între dinții tamburului și tijele de ghidare care impun direcția mișcării tulpinii.



Fig. 2. Stages of engaging and evacuation of stalks with the rotary working bodies /
Etapele de antrenare și evacuare a tulpinilor cu organele de lucru rotative

After entering into the reception room of the feeding rollers, the stalk is reoriented from the vertical to the horizontal position and concomitantly is removed from the driving by the teeth of the drum by means of special expulsion plates (fig. 2 d). Further the stalks are pushed into the feeding mouth of the rollers.

După intrarea în camera de recepție a tăvălugilor de alimentare, tulpina este reorientată din poziția verticală în cea orizontală și concomitent este scoasă din antrenare cu dinții tamburului cu ajutorul unor plăci de expulzare speciale (fig. 2 d). Mai departe tulpinile sunt împinse în gura de alimentare a tăvălugilor.

Achieving a windrover with high operating efficiency requires not only the creation of the physical model of the working process, but also the process parameters theoretical argumentation.

RESULTS

Theoretical argumentation of the parameters of cutting body of stalks

From the physical model elaborated it appears that in the windrover (reaper) with the rotary working bodies the energy E_{sum} it is consumed directly for the bending of stalks relative to the point of the root (E_t), their cutting (E_i), the stubble rubbing to the bottom (lower) of the rotary disk (E_f), the displacement of cut part of the stalk (E_d) and the mechanical loss compensation E_m :

$$E_{sum} = E_t + E_i + E_f + E_d + E_m \quad (1)$$

In order to minimize the energy consumption, we shall analyze separately each member of equation (1). *Energy consumption (E_i) for cutting of stalks* depends on the cutting force of a stalk F_t . According to [2, 3], the force F_t is determined from the empirical formula:

Realizarea unui vindrover cu eficiență înaltă de funcționare necesită nu numai crearea modelului fizic al procesului de lucru, dar și argumentarea teoretică a parametrilor acestui proces.

REZULTATE

Argumentarea teoretică a parametrilor organului de tăiere a tulpinilor

Din modelul fizic elaborat reiese că, în vindroverul (secerătoarea) cu organele de lucru rotative energia E_{sum} este consumată nemijlocit pentru încovoierea tulpinilor în raport cu punctul rădăcinii (E_t), tăierea acestora (E_i), frecarea miriștii de către partea de jos (inferioară) a discului rotativ (E_f), deplasarea părții tăiate a tulpinii (E_d) și compensarea pierderilor mecanice E_m :

În scopul minimizării consumului de energie, vom analiza în parte fiecare din membrii ecuației (1). *Consumul de energie (E_i) pentru tăierea tulpinilor* depinde de forța tăierii unei tulpini F_t . Conform [2, 3], forța F_t se determină din formula empirică:

$$F_t = a + \frac{b}{V_t^c}, \quad (2)$$

where a, b, c are the empirical coefficients depending on the physical-mechanical properties of the stalk and the knife geometry; V_t – the cutting speed, m/s.

As demonstrate the formula (2) and the results from research [4,5,6], the efficiency of plants cutting depends largely on the *speed of knife*. In the elaboration process of the machines with the rotary working bodies in order to obtain the cutting without support of the plant stalks cutting V_t^{real} to exceed the minimum value of the speed V_t^{min} which depends on the physical-mechanical properties of the plants. According to [2], the minimum cutting speed of a stalk is equal to:

unde a, b, c sunt coeficienții empirici care depind de proprietățile fizico-mecanice ale tulpinii și de geometria cuțitului; V_t – viteza de tăiere, m/s.

După cum demonstrează formula (2) și rezultatele cercetărilor [4,5,6], eficiența procesului de tăiere a plantelor depinde în marea măsură de *viteza cuțitului*. În procesul de elaborare a mașinilor cu organele de lucru rotative pentru obținerea tăierii fără reazem a tulpinilor plantelor este important ca viteza de tăiere reală a cuțitului V_t^{real} să depășească valoarea minimă a vitezei V_t^{min} , care depinde de proprietățile fizico-mecanice ale plantelor. Conform [2], valoarea minimă a vitezei de tăiere a unei tulpini este egală cu:

$$V_t^{min} = P \sqrt{g / (\gamma G)}, \quad (3)$$

where g is the acceleration of free fall ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$); γ is the specific weight, N/m^3 ; $\gamma = \rho_t \cdot g$ (ρ_t – density of the material of the stalk, kg/m^3); G – the sliding module, kPa ; P – the limit stress in stalk, kPa .

Professor Gutiar E.M. developed the physical cutting model of stalks and supposed that bending deformation of the stalk is moving from the place of cutting with the speed of sound, having the shape of a sinusoid. Based on the assumption mentioned the minimum allowable value of the cutting speed without support of a stalk is calculated following the formula:

unde g este accelerația de cădere liberă ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$); γ este greutatea specifică, N/m^3 ; $\gamma = \rho_t \cdot g$ (ρ_t – densitatea materialului tulpinii, kg/m^3); G – modulul de alunecare, kPa ; P – tensiunea limită în tulpină, kPa .

Profesorul Gutiar E.M. a dezvoltat modelul fizic de tăiere a tulpinilor și a presupus că deformarea de încovoiere a tulpinii se deplasează de la locul tăieturii cu viteza sunetului, având forma unei sinusoid. În baza ipotezei menționate valoarea minimă admisibilă a vitezei de tăiere fără reazem a unei tulpini se calculează după formula:

$$V_t^{min} = K_t \sqrt{g / (\gamma E)}, \quad (4)$$

where K_t este tensiunea de rupere prin tăietură, kPa ; E is the modulus of elasticity, kPa .

The researches [1,2,7] demonstrate that for cutting without support of corn stalks, sweet sorghum the minimum speed of the knives it is necessary to overcome 30 m / s.

The energetic parameters of the cutting process (cutting force, energy consumption) are influenced by the *size of the stalk bending* under the action of the knife. In this case, the increase of bending of the stalk increases the duration of the knife contact with the stalk and the

unde K_t este tensiunea de rupere prin tăietură, kPa ; E este modul de elasticitate, kPa .

Cercetările [1,2,7] demonstrează că pentru tăierea fără reazem a tulpinilor de porumb, sorg zaharat viteza minimă a cuțitelor este necesar să depășească 30m/s.

Parametrii energetici ai procesului de tăiere (forța de tăiere, consumul de energie) sunt influențați și de *mărimea încovoierii tulpinii* sub acțiunea cuțitului. În acest caz majorarea încovoierii tulpinii mărește durata contactului cuțitului cu tulpina și suprafața secțiunii

cross sectional area of the cut, becoming from perpendicular to the axis of the stalk (when bending is missing, $\hat{i}=0$) tilted ($\hat{i}>0$). Therefore, the bending of the stalk increases the energy consumption and worsens the quality of the cut (fig. 3) increasing the specific amount of broken and cloven cuts. The bending degree of the stalk can be appreciated based on multiple criteria:

- The tilt angle of the cross section of the cut relative to the axis of the stalk;
- Specific amount of broken and cloven cuts;
- The ratio between the stubble height H_m and the

height of cut h_t ($r_i = \frac{H_m}{h_t}$) (fig. 3.)

It is obvious that the optimal variant is achieved when the bending of the stalk is minimal ($\hat{i} \rightarrow 0$, $r_i \rightarrow 1$). The stalks bending minimization is favored by the increase of the cutting speed V_t . As demonstrates the results of researches [2], increasing the speed V_t from 3...17 m/s (depending on the physico-mechanical properties of the cutted crops) up to 13...43 m/s reduces the bending coefficient r_i from 1,2...1,5 up to 1. The minimum value of the cutting speed, at which the coefficient is approaching to 1, provides cutting of the stalk with the minimal bending ($\hat{i} \rightarrow 0$).

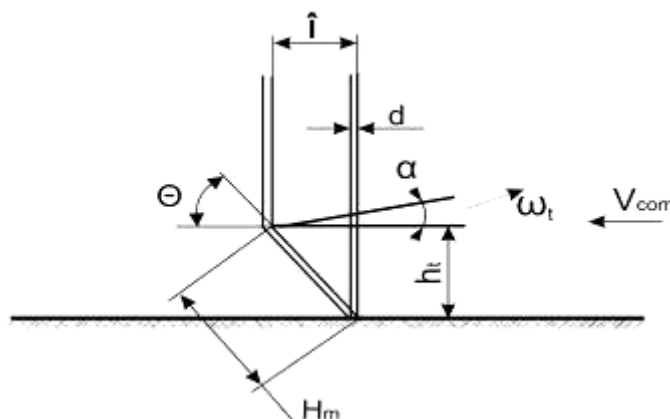


Fig. 3. The scheme of forming of the stalk bending under the action of the cutting disc /
Schema de formare a încovoierii tulpinii sub acțiunea discului de tăiere

Based on prior research with sweet sorghum stalks it was established that changing the cutting speed in the limit 10 ... 30 m/s ($h_t = 150\text{mm}$; $\beta = 20^\circ$; $\alpha = 25^\circ$) has the result of restricting the bending coefficient from 1.12 to 1.0 ($V_t^{\min} = 16\text{ m/s}$).

To calculate the duration of contact with plant stalk must know the value of bending ($\hat{i}$) based on the values of cutting heights h_t and of the stubble H_m . From the analysis of scheme in (Fig. 3) results:

The duration of contact with stalk, that practically equivalent to the duration of the cutting of this stalk can be calculated using the following formula:

where d_t is the diameter of the stalk, m; V_{com} is the the speed of translation of the aggregate, m/s.

transversale a tăieturii, care devine din perpendiculară către axa tulpinii (când încovoierea lipsește, $\hat{i}=0$) înclinată ($\hat{i}>0$). Prin urmare, încovoierea tulpinii majorează consumul de energie și înrăutățește calitatea tăieturii (fig. 3) sporind cantitatea specifică a tăieturilor rupte și despicate. Gradul de încovoiere a tulpinii se poate aprecia în baza mai multor criterii:

- Unghiul de înclinare al secțiunii transversale a tăieturii în raport cu axa tulpinii;
- Cantitatea specifică a tăieturilor rupte și despicate;
- Raportul dintre înălțimea miriștii H_m și înălțimea de

tăiere h_t ($r_i = \frac{H_m}{h_t}$) (fig. 3.)

Este evident că varianta optimă se obține atunci când încovoierea tulpinii este minimă ($\hat{i} \rightarrow 0$, $r_i \rightarrow 1$). Minimizarea încovoierii tulpinilor este favorizată de majorarea vitezei de tăiere V_t . După cum demonstrează rezultatele cercetărilor [2], creșterea vitezei V_t de la 3...17 m/s (în funcție de proprietățile fizico-mecanice ale culturilor tăiate) până la 13...43 m/s reduce coeficientul de încovoiere r_i de la 1,2...1,5 până la 1. Valoarea minimă a vitezei de tăiere, la care coeficientul r_i se apropie de 1, asigură tăierea tulpinii cu încovoierea minimă ($\hat{i} \rightarrow 0$).

În baza unor cercetări prealabile cu tulpini de sorg zaharat s-a stabilit că schimbarea vitezei de tăiere în limita 10...30 m/s ($h_t = 150\text{mm}$; $\beta = 20^\circ$; $\alpha = 25^\circ$) are drept consecință reducerea coeficientului de încovoiere de la 1,12 până la 1,0 ($V_t^{\min} = 16\text{ m/s}$).

Pentru calcularea duratei contactului cuțitului cu tulpina plantei trebuie să cunoaștem valoarea încovoierii ($\hat{i}$) în baza valorilor înălțimilor de tăiere h_t și ale miriștii H_m . Din analiza schemei din (fig. 3) reiese:

$$\hat{i} = \sqrt{H_m^2 - h_t^2} \quad (5)$$

Durata contactului cuțitului cu o tulpină, care practic echivalează cu durata tăierii acestei tulpini, se poate calcula după următoarea formulă:

$$T_t = \frac{(\hat{i} + d_t)}{V_{com}}, \quad (6)$$

unde d_t este diametrul tulpinii, m; V_{com} – viteza de translație a agregatului, m/s.

As mentioned, when the rotary knife get to touch the stalks because of the resistance to cutting occurs the stalk bending (fig. 3), whose size depends on the physical and mechanical properties of the stalk, the cutting height, the rotary knife parameters (firstly the speed of translation V_{com} and rotation ω , the cutting edge thickness, the facet location). Since the morphological structure of the stalks in cross section is not uniform (consists of tegument and marrow), in the cutting process of a stalk the resistance varies, respectively changes and the degree of bending. In the mentioned conditions, to reduce the energy consumption E_f it is necessary to bend the flat surface of the rotary disk relative to the translation speed vector V_{com} , enabling the exclusion of the contact of stubble tip with the bottom surface of the disc-knife. This requires that the angle of inclination α of the disk (fig. 3) to be not smaller than:

$$\operatorname{tg} \alpha \geq \frac{(H_m - h_t)}{\hat{i}}, \rightarrow \alpha \geq \operatorname{arctg} \frac{H_m - h_t}{\hat{i}}, \quad (7)$$

Taking into account the formula (5), we obtain

Ținând cont de formula (5), obținem

$$\alpha \geq \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{H_m - h_t}{H_m + h_t}}, \quad (8)$$

From geometrical parameters of the knife, a great influence on the cutting force (F_f) and respectively on the energy consumption (E_f) have thickness of the edge and the placement of the knife sharpening facet. The increase in thickness of the edge from 0.025 ... 0.030 mm to 0.10 ... 0.12 mm increases the cutting force on average by 12 ... 18%. Better cutting conditions are provided in the case of placing the facet at the bottom of the knife [2].

CONCLUSIONS

1. For cutting of plants with thick stems (sweet sorghum, maize, sunflower, etc.) are efficient devices with vertical axis of rotation of the working bodies. These devices having the respective construction can perform the cutting with and without support of the stalks. The physical model of the process of cutting, driving, displacement of the vegetal mass with the rotary working bodies reflects the dynamic interaction and enables the performance of theoretical argumentation of the constructive and kinematic parameters of the windrover. From the physical model appears that inside the windrover the energy is consumed for the bending and cutting of stalks, the friction of stubblefield from the lower part of the rotary disk, the displacement of stalks and the mechanical loss compensation.
2. The energy consumption for cutting and bending of stalks depend heavily on the cutting speed V_t . The minimum admissible speed V_t is determined by the physico-mechanical characteristics of the plants (the specific weight and of sliding, the limit stress in the stalk, breaking strain by cutting, modules of elasticity and sliding).
3. The cutting force F_t also influences on the energy consumption and depends in its turn on physico-mechanical properties of the plants, the cutting speed V_t , as well of the knife geometry. Are proposed for practical use criteria of appreciation of bending of stalks (the angle of inclination of the cross section of the cutting, the specific number of broken and cloven cuttings, ratio of the stubblefield height H_m and the cutting height h_t).

După cum s-a menționat, la atingerea cuțitului rotativ de tulpini, din cauza rezistenței la tăiere se produce încovoierea tulpinii (fig. 3), a cărei marime depinde de proprietățile fizico-mecanice ale tulpinii, înălțimea tăierii, parametrii cuțitului rotativ (în primul rând viteza de translație V_{com} și de rotație ω , grosimea muchiei de tăiere, amplasarea fațetei). Deoarece structura morfologică a tulpinilor în secțiune transversală nu este uniformă (este constituită din tegument și măduvă), în procesul de tăiere a unei tulpini rezistența variază, respectiv se schimbă și gradul de încovoiere. În condițiile menționate, pentru a reduce consumul de energie E_f este necesar să se încline suprafața plană a discului rotativ în raport cu vectorul vitezei de translație V_{com} , ceea ce permite excluderea contactului vârfului miriștii cu suprafața de jos a cuțitului – disc. Pentru aceasta este necesar ca unghiul de înclinare α al discului (fig. 3) să nu fie mai mic de:

Din parametrii geometrici ai cuțitului, o influență mare asupra forței de tăiere (F_f) și respectiv asupra consumului de energie (E_f) o au grosimea muchiei și amplasarea fațetei de ascuțire a cuțitului. Majorarea grosimii muchiei de la 0,025...0,030 mm până la 0,10...0,12 mm mărește forța de tăiere în medie cu 12...18%. Condiții mai bune pentru tăiere sunt asigurate în cazul amplasării fațetei în partea de jos a cuțitului [2].

CONCLUZII

1. Pentru tăierea plantelor cu tulpini groase (sorg zaharat, porumb, floarea-soarelui etc.) sunt eficiente aparate cu axa verticală de rotație a organelor de lucru. Aceste aparate, avînd construcția respectivă, pot efectua tăierea cu și fără reazem al tulpinilor. Modelul fizic al procesului de tăiere, antrenare, deplasare a masei vegetale cu organele de lucru rotative reflectă interacțiunea lor în dinamică și permite efectuarea argumentării teoretice a parametrilor constructivi și cinematici ai vindroverului. Din modelul fizic reiese că în vindrover energia este consumată pentru încovoierea și tăierea tulpinilor, frecarea miriștii de partea inferioară a discului rotativ, deplasarea tulpinilor și compensarea pierderilor mecanice.
2. Consumul energiei pentru tăierea și încovoierea tulpinilor depinde preponderent de viteza tăierii V_t . Valoarea minim admisibilă a vitezei V_t este determinată de proprietățile fizico-mecanice ale plantelor (greutatea specifică și de alunecare, tensiunea limită în tulpină, tensiunea de rupere prin tăiere, moduluri de elasticitate și de alunecare).
3. Forța de tăiere F_t de asemenea influențează asupra consumului de energie și depinde la rîndul ei de proprietățile fizico-mecanice ale plantelor, viteza de tăiere V_t , precum și de geometria cuțitului. Sunt propuse pentru utilizarea practică criterii de apreciere a încovoierii tulpinilor (unghiul de înclinare a secțiunii transversale a tăieturii, numărul specific al tăieturilor rupte și despicate, raportul dintre înălțimea miriștii H_m și înălțimea de tăiere h_t).

REFERENCES

- [1]. Hăbășescu I., Cerempei V. and others (2009) - *Energy from biomass: technology and technical means*, Chisinau: Bons Offices, 368 p;
- [2]. Osobov V., Vasiliev G. (1983) - *Machines and complexes for hay harvesting*, Agricultural Machines, Moscow, 304p;
- [3]. Fomin V. (1962) - *Study of herbs cutting without support*, Scientific Papers VISHOM, Moscow, vol. 39, p. 38÷51;
- [4]. Melnicov S. (1978) - *Mechanization and automation of zootechnical farms*, Leningrad - Kolos, 560p;
- [5]. Reznik N. (1975) - *Theory of cutting with a blade and the bases of cutting devices calculation*, Agricultural Machines, Moscow, 340p;
- [6]. Kleťkin M. and others (1986) - *Guidelines of farm machinery designer*, Agricultural Machines, Volume 3, Moscow, 743p;
- [7]. Reznik N. (1964) - *Combines for Maize silage harvesting*, Agricultural Machines, Moscow, 245p.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Hăbășescu I., Cerempei V. și alții (2009) - *Energie din biomasă: tehnologii și mijloace tehnice*, Editura Bons Offices, Chișinau, 368 p;
- [2]. Osobov V., Vasiliev G. (1983) - *Mașini și complexe pentru recoltarea fânului*, Mașini Agricole, Moscova, 304p;
- [3]. Fomin V. (1962) - *Studiul tăierii fără reazem a ierburilor*, Lucrări științifice VISHOM, Moscova, vol. 39, p. 38÷51;
- [4]. Melnicov S. (1978) - *Mecanizarea și automatizarea fermelor zootehnice*, Leningrad - Kolos, 560p;
- [5]. Reznik N. (1975) - *Teoria tăierii cu lamă și bazele calculării aparatelor de tăiere*, Mașini Agricole, Moscova, 340p;
- [6]. Kleťkin M. și alții (1986) - *Îndrumarul proiectantului de mașini agricole*, Mașini Agricole, Vol. 3, Moscova, 743p;
- [7]. Reznik N. (1964) - *Combine de recoltat porumb siloz*, Mașini Agricole, Moscova, 245p.

RESULTS OF COMBINING RESEARCHES IN CONDITION OF CENTRAL SERBIA

REZULTATI ISPITIVANJA KOMBAINA U USLOVIMA CENTRALNE SRBIJE

Prof. Ph.D. Eng. Barać S., Prof. Ph.D. Eng. Djikić A., Prof. Ph.D. Eng. Biberdžić M., MPh. Milenković B.,
MPh Vuković A.

University of Priština - Kosovska Mitrovica, Faculty of Agriculture, Lešak / Serbia

Tel: +3812888261; E-mail: sbarac@eunet.rs

Abstract: The quality of the device for the harvesting of mercantile maize is being reflected by the amount of the losses, quality of the collected mass and height of cutting height. Modern solutions devices that are used to provide high-quality harvest are in a variety of conditions, while achieved losses and damage to the kernels do not exceed the tolerance value. This paper presents the results of exploitation of the working quality of two types the self-propelled machines for harvesting of mercantile maize on the maize ear, in agro ecological conditions of central Serbia (Sumadian district). The aim of this study was to determine the quality of work, productivity and fuel efficiency. Tests were conducted in two phases. In the first phase were treated conditions, while in the second phase of work fixed effects depending on the defined parameters. In the harvested maize ear of first combine, it was 91.06-94.82 % intact - whole maize ears, and 5.18-8.94 % damaged pistons, and the content of unharvested pistons was 8.69-10.25 %. Kernel losses were varied in the range of 0.87-2.96 %. In the second type of combine it was 89.48-93.48 % of whole intact pistons and 6.52 to 10.52 % damaged pistons, and content unhusked pistons was 9.63-11.43 %. Kernel losses were varied in the range of 1.44 to 3.25 %. Speed has significantly increased the amount of cutting height, so it was in the range from 18.95 up to 32.74 cm. Labor productivity ranged from 1.17-1.65 ha h⁻¹, with a fuel consumption of the 15.17 L ha⁻¹ up to 19.42 L ha⁻¹.

Keywords: self-propelled combine, maize, quality, losses.

INTRODUCTION

The process of maize harvesting is being done at the stage of technological maturity, or in the stage of transition from waxy to full maturity. In cases where the conditions for kernels drying, harvesting is being done when kernel moisture is 35%, while in cases where there is no additional grain drying harvesting is being done in the stage of full maturity. In the Republic of Serbia during the 2011th maize have been planted on a total of 1,262,000 hectares and harvested from 1,258,437 hectares. The realized yield was 5.1 t ha⁻¹ (Statistical Yearbook of Serbia, 2012). Most of the harvested maize is being used as animal feed, despite the fact that maize can be used for large number of products. These are primarily food products (for infants, corn flakes, food thickening agents, bread improvers, special breads, soups, paste, spices, gum, starch, sugar), medical products, pharmaceuticals and cosmetics, beverages spit (alcohol, malic, citric acid and royal jelly), textile products (artificial fiber), chemical products (paints, polishes, asbestos, nitrocellulose, paper and plastics), and to obtain bio-ethanol. In terms of central Serbia to harvest corn using different types of collectors and self-propelled combine harvesters, where dominating used harvesters and pickers imported from the EU, while in the less represented new pickers and harvesters, of the devices that are installed on pickers and combines for harvesting of commercial maize harvest quality required in

Rezime: Kvalitet rada uređaja za ubiranje klipa merkantilnog kukuruza ogleda se sa aspekta visine ostvarenih gubitaka, kvaliteta ubrane mase i visine reza sečke. Savremena rešenja uređaja koji se koriste treba da obezbede kvalitetno ubiranje u različitim uslovima, pri čemu ostvareni gubici i oštećenje zrna ne prelaze tolerantne vrednosti. U radu su izloženi rezultati eksploatacionih ispitivanja kvaliteta rada dva tipa samohodnih kombajna za ubiranje merkantilnog kukuruza u klipu, u agroekološkim uslovima centralne Srbije (Šumadijski okrug). Cilj istraživanja je bio da se utvrdi kvalitet rada, produktivnost rada i potrošnja goriva. Ispitivanja su obavljena dvofazno. U prvoj fazi su utvrđivani uslovi rada, dok su u drugoj fazi utvrđeni efekti rada u zavisnosti od definisanih parametara. U ubranoj masi klipa kukuruza prvog kombajna bilo je 91,06-94,82% neoštećenih - celih zdravih klipova i 5,18-8,94% oštećenih klipova, dok je neokomušanih klipova bilo 8,69-10,25 %. Gubici zrna su varirali u rasponu od 0,87-2,96%. Kod drugog tipa kombajna bilo je 89,48-93,48% celih neoštećenih klipova i 6,52-10,52% oštećenih klipova, dok je sadržaj neokomušanih klipova iznosio 9,63-11,43%. Gubici zrna su varirali u rasponu od 0,87-3,25%. Brzina kretanja značajno je uticala na povećanje visine reza sečke, tako da je ona bila u granicama od 18,95 pa do 32,74 cm. Produktivnost rada kretala se u rasponu od 1,17-1,65 ha h⁻¹, uz potrošnju goriva od 15,17 L ha⁻¹ pa do 18,91 L ha⁻¹.

Ključne reči: samohodni kombajn, kukuruz, kvalitet, gubici.

UVOD

Proces ubiranja kukuruza vrši se u fazi tehnološke zrelosti, odnosno u fazi prelaza iz voštane u punu zrelost. U slučajevima kada postoje uslovi za dosušivanje, ubiranje se obavlja kada je sadržaj vode u zrnu 35%, dok se u slučajevima kada nema dosušivanja ubiranje obavlja u fazi pune zrelosti. U Republici Srbiji u 2011. godini kukuruz je zasejan na 1.262.000 ha, ubran sa 1.258.437 ha, uz ostvaren prinos od 5,1 t ha⁻¹ (Statistički godišnjak Srbije, 2012.). Najveći deo ubranog kukuruza koristi se kao stočna hrana i pored činjenice da se od kukuruza može dobiti veliki broj proizvoda. To su pre svega prehrambeni proizvodi (za odojčad, kukuruzne pahuljice, sredstva za ugušćivanje hrane, za popravku hleba, specijalni hleb, supe, paštete, začini, guma za žvakanje, skrob, šećer), lekarski proizvodi, farmaceutska i kozmetička sredstva, razni napici (alkohol, jabučna, mlečna i limunska kiselina), tekstilni proizvodi (veštačko vlakno), hemijski proizvodi (boje, politure, azbesti, nitroceluloza, hartije i plastične mase), kao i za dobijanje bioetanola. U uslovima centralne Srbije za ubiranje kukuruza koriste se različiti tipovi berača i samohodnih kombajna, pri čemu dominiraju korišćeni kombajni i berači koji su uvezeni iz EU, dok su u manjoj meri zastupljeni novi berači i kombajni. Od uređaja koji su instalirani na beračima i kombajnima za berbu merkantilnog kukuruza se zahteva kvalitetna berba u različitim uslovima, a da se pri tom ne

different circumstances, and that when this does not exceed the tolerant value of loss and damage to the grain. In addition, the capacity of individual harvesting section affects the productivity of the combines. Technical solutions for harvesting mercantile maize stalks machine including a cutting heads as an integral part of the device. Its function is to supply logs to stem plots ready for the next agro technical measures and cultivation. Maize harvest problems are being addressed by several reasons. Furman et al.(2001) report that the losses of maize grain during harvest picker "Berko" and speed of 5.62 km h^{-1} amounted to 1.13% , with the husking of 5.0% pistons. The quality corn harvesting combines implies good quality of the collected mass and assuming that the allowable losses do not exceed 1.5% said Pintara (2000). There has been the flow of pistons from 45 t h^{-1} with overall losses within the tolerant limits with a purity of 99.5 % yield, with a minimum share of breakage kernels to 3%. Self-propelled harvesters and pickers combines being used for harvest maize pistons, despite the high technical reliability required to meet the conditions of high energy and capacitive harmony, comfort in operation and maintenance, high quality harvest, husking and cleaning citation Malinović et al.(2002).Losses of unmanned harvesting sections of corn snapper " BERKO 041 " were within allowed limits and varied in the range of 2.3-3.54% , depending on the mode (Malinović et al. 2003). Contents of entire pistons ranged from 97.3-97.5%, 0.9-1.5% broken and 12-15% unhusked. Examining the various devices for harvesting the mercantile maize , Malinović et al. (2003) reported that the height of cuts in devices of the "A"-type, varied in the range of 18.5-23.9 cm , with the device of type "B" in the range of 18-23 cm, and in devices of the "C"-type 23.4-47.3 cm.Speed is not significantly increased the height adjustment device type "A" and "B" , while at the type "C" has had a significant impact. The same authors report that overall losses were within the limits of 1% for devices A and B , while in unit C in certain conditions, and high speed (10 km h^{-1}) amounted to 1.5-2 % . In terms of harvesting of maize fuel consumption Claas Lexion 450 combine was 14.04 L ha^{-1} and 58.97 L h^{-1} , for a performance of 4.2 ha h^{-1} and the average speed of 8.0 km h^{-1} (Djević et al. 2004). At a speed of 2 m s^{-1} it has been achieved throughput of 1.9 kg s^{-1} clip on husker, while with the speed of 1.53 m s^{-1} flow was 2.18 kg s^{-1} . Loss of free kernels varied in the range of 0.75 - 4.02 % , while the total 2.5 - 4.9 % citation Meši et al. (2009). Significant changes in the production of corn were allowed with introduction of powerful tractors, hybrid seed production and the development of high quality and sustainable maize pickers (Bogue, 2009). In order to create conditions for a more stable, better and cheaper production of crops it is outdated machinery to replace the new one. Quality of maize in the bunker was very good with over 95% of the undamaged and 9.40-15% unhusked pistons. Losses can be considered satisfactory because they are within the tolerance values (0.54-1.79%). The process of corn picking involves losses that cannot be reduced to zero percent, but with the proper choice of the relevant parameters could be controlled at an acceptable level, according to Mostofi (2011). The investigations were performed with three moisture content and to 19, 23 and 27%, with speeds of 0.8, 1.2 and 1.6 m s^{-1} . The same author states that the losses were varied in the range 2.34-2.65%. Examining the pickers to harvest commercial maize on the pistons in Toplica county, Barać et al. (2012), stated that the entire contents of the undamaged sample and in the range from 88.23% (picker type A, the operating speed of 7.21 km h^{-1}), to 97.15% picker type B (standard operating speed of 4.10 km h^{-1}). Contents of

prekoračuju tolerantne vrednosti gubitaka i oštećenja zrna. Pored toga, kapacitet pojedinih beračkih sekcija utiče na produktivnost kombajna. Tehničko-tehnološka rešenja uređaja za berbu klipa merkantilnog kukuruza uključuju i sečku stabljike kao sastavni deo uređaja. Njena funkcija je sitnjenje mase stabljike kako bi parcela bila spremna za sledeću agrotehničku meru, odnosno obradu zemljišta. Problemima ubiranja kukuruza bavilo se više istraživača. Furman i sar. (2001), navode da su gubici zrna kukuruza u toku ubiranja beračem "Berko" pri brzini kretanja od $5,62 \text{ km h}^{-1}$ iznosili 1,13%, uz krunjenje klipa od 5,0%. Kvalitetno ubiranje kukuruza kombajnom podrazumeva dobar kvalitet ubrane mase uz pretpostavku da dozvoljeni gubici ne prelaze 1,5%, navodi Pintara (2000.). Pri ostvarenom protoku klipova od 45 t h^{-1} ukupni gubici su bili u tolerantnim granicama sa čistoćom zrna od 99,5% i malim oštećenjem i lomom zrna do 3%. Samohodni kombajni i berači koji se koriste za berbu klipa kukuruza, pored visoke tehničke pouzdanosti, treba da ispune i uslove visoke energetske i kapacitivne harmoničnosti, komforčnosti u rukovanju i održavanju, visok kvalitet branja, komušanja i čišćenja, navode Malinović i sar. (2002.). Gubici beračke sekcije samohodnog berača kukuruza "BERKO 041" su bili u granicama dozvoljenih vrednosti i varirali su u rasponu od 2,3-3,54%, u zavisnosti od režima rada (Malinović i sar.,2003.). Sadržaj celih klipova varirao je od 97,3-97,5%, polomljenih 0,9-1,5%, a neokomušanih 12-15%. Ispitujući različite uređaje za berbu klipa merkantilnog kukuruza, Malinović i sar. (2003.) navode da je visina reza sečke kod uređaja tipa "A" varirala u rasponu od 18,5-23,9 cm, kod uređaja tipa "B" u rasponu od 18-23 cm, a kod uređaja tipa "C" od 23,4-47,3 cm. Brzina kretanja nije značajnije uticala na povećanje visine reza kod uređaja "A" i "B", dok je kod tipa "C" imala značajan uticaj. Isti autori navode da su ukupni gubici zrna bili u granicama do 1% kod uređaja A i B, dok su kod uređaja C u određenim uslovima i većim brzinama (10 km h^{-1}) iznosili 1,5-2%. U uslovima ubiranja kukuruza potrošnja goriva kombajna Claas Lexion 450 iznosila je $14,04 \text{ L ha}^{-1}$ odnosno $58,97 \text{ L h}^{-1}$, pri učinku od $4,2 \text{ ha h}^{-1}$ i prosečnoj brzini kretanja od $8,0 \text{ km h}^{-1}$ (Đević i sar., 2004.). Pri brzini berača kukuruza od 2 m s^{-1} ostvaren je protok od $1,9 \text{ kg s}^{-1}$ klipa na komušalici, dok je pri brzini kretanja od $1,53 \text{ m s}^{-1}$ protok bio $2,18 \text{ kg s}^{-1}$. Gubici slobodnog zrna varirali su u rasponu od 0,75-4,02%, a ukupni 2,5-4,9%, navode Meši i sar. (2009.). Primenom snažnih traktora, razvojem kvalitetnih i održivih berača i uvođenjem hibridnog semena kukuruza, bile su omogućene značajne promene u proizvodnji kukuruza (Bogue, 2009). U cilju stvaranja uslova za stabilniju, veću i jeftiniju proizvodnju ratarskih kultura neophodno je zastarelu mehanizaciju za ubiranje zameniti novom. Kvalitet klipa kukuruza u bunkeru je vrlo dobar ako je preko 95% neoštećenih i od 9.40-15% neokomušanih klipova. Gubici se mogu smatrati zadovoljavajućim ako se nalaze u tolerantnim vrednostima (0.54-1.79%). Proces ubiranja kukuruza uključuje gubitke koji se ne mogu svesti na nula procenata, ali sa pravilnim izborom relevantnih parametara postoji mogućnost da se mogu kontrolisati na prihvatljivom nivou, navodi Mostofi (2011). Ispitivanja kombajna za ubiranje kukuruza izvršena su pri tri sadržaja vlage 19, 23 i 27%, pri brzini od 0,8; 1,2 i $1,6 \text{ m s}^{-1}$. Isti autor navodi da su gubici varirali u rasponu od 2,34-2,65%. Ispitujući berače za ubiranje merkantilnog kukuruza u klipu u Topličkom okrugu, Barać i sar. (2012), navode da je sadržaj celog neoštećenog klipa bio u granicama od 88,23% (berač tipa A, radna brzina od $7,21 \text{ km h}^{-1}$), pa do 97,15% berač tipa B (standard, radna brzina $4,10 \text{ km h}^{-1}$). Sadržaj oštećenih

damaged maize pistons varied in the range from 2.85% (picker type B standard variant), to 11.77% in control variant (picker type A), according to the same authors.

MATERIAL AND METHOD

In a production conditions parcels of private landowners in the 2011th environmental conditions in central Serbia (Sumadian county, 44 ° 04' 60" N, 20 ° 52' 60" E) were tested two types of self-propelled machines for harvesting of mercantile maize pistons. The effects of a self-propelled combine ZMAJ 240 (labeled A as harvester) and Burgoine MD8 (labeled as Harvester B), depending on the defined parameters.

Method was depended on the research objectives and methodology of a customized standard tests, maize, supplemented with the required grades. Tests were conducted in two phases. In the first phase were carried working conditions and account is taken of consistency and uniformity assembly plant and piston height, and the presence of weeds. Surfaces to which were tested were mainly flat, but we also were corn hybrids ZP 600 and NS 640 in the second phase. The effects of self-propelled machines for harvesting of commercial maize pistons, depended on the defined parameters. Determined by the quality of the harvested pistons, kernel losses, the extent of damage and shelling beans, and cutting height. The quality of the piston in the bunker liners included the degree of cleaning and husking, total grain losses, the extent of shelling cob and grain damage. The cutting height was determined by measuring the plant chips after passing the combine. In addition, it has been applied specific fuel consumption volume method and the effect of pickers by chronometry.

During the first operation combines ZMAJ 240 (combine type A), the mode of working speed of 8.14 and 8.40 km h⁻¹ chopping gap between the plates was 50 mm at the entrance and 10 mm at the outlet. In the control treatment (Settings owners combine) the operating speed of the combine was 8.73 km h⁻¹, with the gap between chopping plates of 60 mm to 18 mm entrance and exit.

At the combine Burgoine MD8 (type B), the corrected version (standard) gap between chopping plate was 125 mm at the entrance, and 16 mm at the exit, and working speed was 8.21 and 8.40 km h⁻¹, while the operating speed of the control treatment (Settings owners combine) was 8.86 km h⁻¹ to the gap between chopping plates 135 mm inlet and 23 mm at the outlet. Settings self-propelled combines for harvesting maize on the were made to the technical manual, in accordance with the terms of the plots.

During the trials, combines, standard variant was the correction settings in relation to the settings performed owners of self-propelled combine harvester (gear selection and spacing of chopping plates), which was the control variant. Both types of machines for harvesting mercantile maize on the cob worked in similar conditions. In studies were used vessels, stopwatch, sample bags, flagpole and more.

The applied methodology was standard for field-laboratory and exploitation tests and concern the testing of equipment for corn picking and harvesters (ISO 8210). The results are analyzed and presented in tabular form.

Table 1 shows the technical data of the examined combines.

klipova kukuruza varirao je u rasponu od 2,85% (berač tipa B, standardna varijanta), pa do 11,77% u kontrolnoj varijanti (berač tipa A), navode isti autori.

MATERIJAL I METOD

U proizvodnim uslovima na parcelama privatnih zemljoposjednika u toku 2011. u agroekološkim uslovima centralne Srbije (Šumadijski okrug, 44°04'60" N, 20°52'60" E) izvršena ispitivanja dva tipa samohodnih kombajna za ubiranje merkantilnog kukuruza u klip. Ispitivani su efekti rada samohodnog kombajna ZMAJ 240 (označen kao kombajn A) i Burgoin MD-8 (označen kao kombajn B), u zavisnosti od definisanih parametara.

Metod ispitivanja proizašao je iz cilja istraživanja i predstavlja prilagođenu standardnu metodiku ispitivanja berača kukuruza, dopunjenu potrebnim ocenama. Ispitivanja su obavljena dvofazno. U prvoj fazi su utvrđivani uslovi rada, a vođeno je računa o ujednačenosti sklopa i ujednačenosti biljaka i klipa po visini, kao i prisustvu korovskih biljaka. Površine na kojima su izvršena ispitivanja su bile uglavnom ravne, a zastupljeni su bili hibridi kukuruza ZP 600 i NS 640. U drugoj fazi su utvrđeni efekti rada samohodnih kombajna za ubiranje merkantilnog kukuruza u klip, u zavisnosti od definisanih parametara. Utvrđen je kvalitet ubranog klipa, gubici zrna, stepen krunjenja i oštećenja zrna, visina reza sečke. Kvalitet klipa u bunkeru berača obuhvatio je stepen čišćenja i komušanja, ukupne gubitke zrna, stepen krunjenja klipa i oštećenja zrna. Visina reza sečke utvrđivana je merenjem odrezanih biljaka nakon prolaska kombajna. Pored toga, određena je potrošnja goriva zapreminskom metodom kao i ostvareni učinak ispitivanih kombajna hronometrijskom metodom.

U toku rada prvog kombajna ZMAJ 240 (kombajn tip A), pri režimu radnih brzina od 8,12 i 8,41 km h⁻¹ zazor između otkidačkih ploča iznosio je 50 mm na ulazu, odnosno 10 mm na izlazu. U kontrolnoj varijanti (podešavanja vlasnika kombajna) radna brzina ovog kombajna je bila 8,67 km h⁻¹, uz zazor između otkidačkih ploča od 60 mm na ulazu i 18 mm na izlazu.

Kod kombajna Burgoin MD8 (tip B), u korigovanoj varijanti (standard), zazor između otkidačkih ploča je iznosio 125 mm na ulazu, odnosno 16 mm na izlazu, a radne brzine iznosile 8,21 i 8,50 km h⁻¹, dok je radna brzina u kontrolnoj varijanti (podešavanja vlasnika kombajna) iznosila 8,82 km h⁻¹ uz zazor između otkidačkih ploča od 135 mm na ulazu i 23 mm na izlazu. Podešavanja samohodnih kombajna za berbu kukuruza u klip su izvršena prema tehničkom uputstvu, u skladu sa uslovima na parcelama.

U toku ispitivanja kombajna, standardna varijanta je predstavljala korekcije podešavanja u odnosu na podešavanja koja su obavljali vlasnici samohodnih kombajna (izbor stepena prenosa i razmak između otkidačkih ploča), što je predstavljalo kontrolnu varijantu. Oba tipa kombajna za ubiranje klipa merkantilnog kukuruza u klip su radila u sličnim uslovima. U istraživanjima su korišćene posude, štoperica, vreće za uzorke, trasirke i drugo.

Primenjena metodika je standardna za poljsko-laboratorijska i eksploataciona ispitivanja, a obuvata ispitivanja berača kukuruza i kombajna (ISO 8210). Dobijeni rezultati su obrađeni i prikazani tabelarno.

U tabeli 1 prikazani su tehničke podaci ispitivanih kombajna.

Table 1 / Tabela 1

Technical data examined combines / Tehnički podaci ispitivanih kombajna

Parameters / Parametri		Type of self-propelled maize combine harvesters / Tip samohodnog kombajna za ubiranje kuruza	
		ZMAJ 240 [A]	Burgoin MD8 [B]
Number of rows / Broj redova		4	2
Length / Dužina	[m]	6.5 / 6,5	7.10 / 7,10
Width / Širina	[m]	3.5 / 3,60	2.45 / 2,45
Mass / Težina	[kg]	7000	3945
Hopper volume / Zapremina bunkera	[l]	6800	3300
Discharge height / Visina pražnjenja	[mm]	2.5 / 2,5	3.29 / 3,29
Required power / Snaga motora	[kW]	105	58.9 / 58,9
Type of engines / Tip motora	-	TS-46 IMR	FIATD4
Working speed / Brzina kretanja	[km h ⁻¹]	0 - 18	0 - 25
Emptying bunkers / Kipovanje bunkera	-	Hydraulic	Hydraulic
Husking section (number of rollers) / Komušaka sekcija (broj valjaka)	-	16	12
Speed emptying bunkers / Brzina pražnjenja bunkera	[min]	1	2
Distance of shearpanels / Razmak otkidačkih ploča	At the entrance / Na ulazu	[mm]	50; 60
	At the exit / Na izlazu	[mm]	10; 18
			125;135
			16; 23

RESULTS

In table 2, there are presented the basic data on the maize on plots on which they were tested. The results presented in table 2 indicate that combines worked in similar production conditions.

Average grain yield was in the range of 5382 - 5440 kg ha⁻¹, while the average setting heights of maize pistons ranged from 2.18 to 2.36 m.

The average height set on the piston stem ranged from 1.29 to 1.34 m. In both studied combines recorded the presence of weeds average height of 1.15 and 1.32 m, at a rate of 0.5-2.3 kg m⁻².

REZULTATI

U tabeli broj 2 prikazani su osnovni podaci o stanju useva kukuruza na parcelama na kojima su izvršena ispitivanja. Rezultati izloženi u tabeli 2 ukazuju da su kombajni radili u sličnim proizvodnim uslovima.

Prosečan prinos zrna je bio u intervalu od 5382-5440 kg ha⁻¹, dok se prosečna visina stabljika kukuruza kretala u rasponu od 2,18 - 2,36 m. Prosečna visina nasađenosti klipova na stabljici se kretala u rasponu od 1,29 - 1,34 m. Kod oba ispitivana kombajna zabeleženo je prisustvo korova prosečne visine 1,15, odnosno 1,32 m, u količini od 0,5-2,3 kg m⁻².

Table 2 / Tabela 2

Characteristics of the tested crop plots / Karakteristike useva na ispitivanim parcelama

Parameters / Parametri		Type of combine / Tip kombajna	
		ZMAJ 240 [A]	Burgoin MD8 [B]
Yield Prinos	Biological yield / Biološki prinos	[kg ha ⁻¹]	14214
	Ear yield of maize / Prinos klipa kukuruza	[kg ha ⁻¹]	7120
	Grain yield / Prinos zrna	[kg ha ⁻¹]	5382
Characteristics of crops Karakteristike useva	Number of plants / Broj biljaka	[plant ha ⁻¹ / biljaka ha ⁻¹]	56689
	The average plant height / Prosečna visina stabljike	[m]	2.18 / 2,18
	The average height set on ear / Prosečna visina nasađenosti klipa	[m]	1.29 / 1,29
	The average distance between plants / Prosečni razmak između biljaka	[cm]	25.2 / 25,2
	The average thickness of stem at a height of 30 cm / Prosečna debljina stabljike na visini od 30 cm	[cm]	25.3 / 25,3
	The average thickness of the stalk below the ear / Prosečna debljina stabljike ispod klipa	[cm]	21.9 / 21,9
	Moisture corn grain / Vlažnost zrna	[%]	24.50 / 24,50
	1000 grain weight / Masa 1000 zrna	[g]	457
	The average length of a clip / Prosečna dužina klipa	[cm]	27.4 / 27,4
	The amount of weed plants / Količina korovskih biljaka	[kg m ⁻²]	0.5 - 1.6 / 0,5 - 1,6
	Average height of weeds / Prosečna visina korovskih biljaka	[m]	1.15 / 1,15
			1.32 / 1,32

Table 3 presents data on the quality of the tested self-propelled picker for mercantile maize pistons, depending on the changes defined parameters. Based on the results shown in table 3 it can be seen that the change in the relevant parameters had significant effect on the quality of the tested liners.

Based on the results shown in table 3, it can be noted that the interaction of regime change in operating speeds between interspace between the chopping plates at the entrance and the exit shown the impact on the quality of the tested self-propelled machines for harvesting of commercial maize pistons.

U tabeli 3 prikazani su podaci o kvalitetu rada ispitivanih samohodnih berača merkantilnog kukuruza u klipu, u zavisnosti od promene definisanih parametara. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 3, može se uočiti da je promena relevantnih parametara ispoljila značajan uticaj na kvalitet rada ispitivanih berača.

Na osnovu rezultata koji su prikazani u tabeli 3, zapaža se da je interakcija promene režima radnih brzina i zazora između otkidačkih ploča na ulazu i izlazu u značajnoj meri ispoljila uticaj na kvalitet rada ispitivanih samohodnih kombajna za ubiranje merkantilnog kukuruza u klipu.

Najveći sadržaj celog zdravog neoštećenog klipa

The highest content of all healthy intact maize was recorded at the combine A (ZMAJ 240) at operating speed of 8.12 km h⁻¹ and was 94.82% in the standard version, and the lowest in combine B (Burgoin MD8) 89.48 %, and 8.82 km h⁻¹ in the control plots.

kukuruza zabeležen je kod kombajna A (ZMAJ 240) pri radnoj brzini od 8,12 km h⁻¹ i iznosio je 94,82% u standardnoj varijanti, a najmanji kod kombajna B (Burgoin MD8) 89,48%, pri 8,82 km h⁻¹ u kontrolnoj varijanti.

Table 3 / Tabela 3

The quality of a clip in hopper / Kvalitet klipa u bunkeru

Type of combines / Tip kombajna	Distance of shear panels / Razmak otkidačkih ploča		Working Speed / Radna brzina [km h ⁻¹]	Quality of the husking / Kvalitet komušanja [%]		Nonhusking clips of the maize / Neokomušani klipovi [%]	Loss of the grains / Gubitak zrna [%]	Coronation clips / Krunjenje klipa [%]
				Husking / Okomušani	Damaged / Oštećeni			
ZMAJ 240 [A]	Standard / Standard	50; 10	8.12 / 8,12	94.82 / 94,82	5.18 / 5,18	8.69 / 8,69	0.87 / 0,87	1.75 / 1,75
			8.41 / 8,40	93.45 / 93,45	6.55 / 6,55	9.83 / 9,83	1.54 / 1,54	2.45 / 2,45
	Ø Control Kontrola	60; 18	8.67 / 8,67	91.06 / 91,06	8.94 / 8,94	10.25 / 10,25	2.96 / 2,96	4.98 / 4,98
Burgoin MD8 [B]	Standard / Standard	125; 16	8.21 / 8,21	93.48 / 93,48	6.52 / 6,52	9.63 / 9,63	1.44 / 1,44	2.30 / 2,30
			8.50 / 8,40	91.67 / 91,67	8.33 / 8,33	10.24 / 10,24	2.15 / 2,15	4.12 / 4,12
	Ø Control Kontrola	135; 23	8.82 / 8,82	89.48 / 89,48	10.52 / 10,52	11.43 / 11,43	3.25 / 3,25	6.38 / 6,38

Analyzing the results of the tested self-propelled machines for harvesting of commercial maize pistons, it can be noted that the increase of operating speed and regime change of chopping gap between the plates of input and output, is significantly reducing the percentage of whole intact pistons of maize, with the lowest content was recorded in two masses in the control plots. As far as the damaged pistons of maize, there is a similar effect of the defined parameters. With the change of regime, working speed and increasing the contents of damaged pistons and ranged 5.18 % (combine A, 8.14 km h⁻¹ in standard variant), to 10.52 % (Harvester B, 8.79 km h⁻¹ in control). Content of unhusked pistons varied in the range of 8.69 % for the combine A and speed of 8.14 km h⁻¹ (standard - corrected version), to 11.43 % (Harvester B, 8.79 km h⁻¹ in the control variant).

Adjustments in the settings that we have done as standard in relation to the settings of the owners combine in the control treatment have resulted in a significant reduction of total kernel losses.

The largest overall losses were recorded during testing combine B and 3.25 % (control variant, the working speed of 8.79 km h⁻¹, the clearance of chopping between the entrance panel 135 mm and 23 mm at the exit, while the lowest maize in the amount of 0.87 % measured at the combine A draft mode at a speed of 8.14 km h⁻¹ (standard - corrected version, clearance plate inlet 50 mm and 10 mm at the exit). In both studied self-propelled harvester for harvesting in commercial maize cob sheller is marked the crooning of the clip and it ranged from 1.75 % (A harvester at 8.14 km h⁻¹ standard), up to 6.38 % (Combine B. 8.79 km h⁻¹ control).

Quality of work the of the first self-propelled combine examined in relation to other tested combine is mainly explained by the fact that the relevant parameters for the combine better comply with the conditions of work in relation to each other, although they both combine the long-term exploitation.

The results are consistent with the results of other authors (Pintara 2000.; Furman et al., 2001; Lazić et al., 2002; Malinovic et al., 2003; Meši et al., 2009; Mostofi 2011 and Barać et al., 2012).

An important parameter in analysis of the efficiency and quality of production parameters are self-propelled machines for harvesting of commercial maize pistons, depending on the mode of operating speed combine (choosing the appropriate gear and settings, which is estimated to be able to achieve the best effects in relation

Analizirajući dobijene rezultate kod ispitivanih samohodnih kombajna za ubiranje merkantilnog kukuruza u klipu, zapaža se da se povećanjem režima radne brzine i promenom zazora između otkidačkih ploča na ulazu i izlazu, u značajnoj meri smanjuje procenat celih neoštećenih klipova kukuruza, pri čemu je najmanji sadržaj zabeležen u ubranoj masi oba kombajna u kontrolnoj varijanti. Što se oštećenih klipova kukuruza tiče, zapaža se sličan uticaj definisanih parametara. Sa promenom režima radne brzine i povećavao se sadržaj oštećenih klipova i on se kretao u rasponu od 5,18% (kombajn A 8,12 km h⁻¹ u standardnoj varijanti), pa do 10,52% (kombajn B, 8,82 km h⁻¹ u kontroli). Sadržaj neokomušanih klipova je varirao u rasponu od 8,69% kod kombajna A pri brzini kretanja od 8,12 km h⁻¹ (standard-korigovana varijanta), pa do 11,43% (kombajn B, 8,82 km h⁻¹, kontrolna varijanta).

Korekcije u podešavanjima koje smo obavili u standardnoj varijanti u odnosu na podešavanja vlasnika kombajna u kontrolnoj varijanti imale su za rezultat značajno smanjenje ukupnih gubitaka zrna.

Najveći ukupni gubici zrna ostvareni su pri ispitivanju kombajna B i to 3,25% (kontrolna varijanta, radna brzina 8,82 km h⁻¹, zazor između otkidačkih ploča na ulazu 135 mm i 23 mm na izlazu), dok su najmanji gubici zrna kukuruza u iznosu od 0,87% izmereni kod kombajna A, pri režimu radne brzine od 8,12 km h⁻¹ (standard-korigovana varijanta, zazor otkidačkih ploča na ulazu 50 mm i na izlazu 10 mm). Kod oba ispitivana samohodna kombajna za ubiranje merkantilnog kukuruza u klipu je zabeleženo krunjenje klipa i ono se kretalo u rasponu od 1,75% (kombajn A pri 8,12 km h⁻¹, standard), pa do 6,38% (kombajn B, 8,82 km h⁻¹, kontrolna varijanta).

Kvalitetniji rad prvog ispitivanog samohodnog kombajna u odnosu na drugi ispitivani kombajn se pre svega objašnjava činjenicom da su relevantni parametri za rad kombajna bolje usklađeni sa uslovima rada u odnosu na drugi, iako su oba kombajna u dugogodišnjoj eksploataciji.

Dobijeni rezultati su saglasni sa rezultatima drugih autora (Pintara, 2000; Furman i sar., 2001; Lazić i sar, 2002; Malinovic i sar, 2003; Meši i sar, 2009; Mostofi, 2011. i Barać i sar., 2012).

Značajan parametar u analizi efikasnosti i kvaliteta rada predstavljaju proizvodni parametri samohodnih kombajna za ubiranje merkantilnog kukuruza u klipu. U zavisnosti od režima radne brzine kombajna (izbor odgovarajućeg stepena prenosa i podešavanja za koja je procenjeno da mogu ostvariti najbolje efekte u odnosu na uslove rada),

to working conditions) were conducted measurements exploitation characteristics combine within which it is conducted chronometry, measured fuel consumption and the amount of cutting chips when cutting corn pistons.

In table 4 presents the performance parameters of the investigated combines and cutting height.

obavljena su merenja eksploatacionih karakteristika kombajna u okviru kojih je vršeno hronometrisanje, merena potrošnja goriva i visina reza sečke prilikom odsecanja stabljike kukuruza.

U tabeli broj 4 prikazani su proizvodni pokazatelji rada ispitivanih kombajna i visina reza sečke.

Table 4 / Tabela 4
Production parameters and height of cutter of device for combines tested / Proizvodni parametri i visina reza sečke ispitivanih kombajna

Type of combines / Tip kombajna	Working speed / Radna brzina [km h ⁻¹]	Productivity / Učink [ha h ⁻¹]	Fuel consumption / Potrošnja goriva		Height of the beet topping / Visina odsecanja stabljike [cm]
			[L h ⁻¹]	[L ha ⁻¹]	
ZMAJ 240 [A]	8.12 / 8,12	1.17 / 1,17	17.75 / 17,75	15.17 / 15,17	18.95 / 18,95
	8.41 / 8,40	1.38 / 1,38	22.64 / 22,64	16.41 / 16,41	21.30 / 21,30
	8.67 / 8,67	1.65 / 1,65	31.20 / 31,20	18.91 / 18,91	24.67 / 24,67
Burgoin MD8 [B]	8.21 / 8,21	1.10 / 1,10	14.18 / 14,18	12.89 / 12,89	19.85 / 19,85
	8.50 / 8,40	1.28 / 1,28	21.30 / 21,30	16.64 / 16,64	26.74 / 26,74
	8.82 / 8,82	1.32 / 1,32	25.63 / 25,63	19.42 / 19,42	32.74 / 32,74

Based on the results shown in table 4, it can be noted that the change in the defined parameters significantly affect the value of exploitation indexes of the investigated combine, where the average value of exploitation indices are mostly as expected. Its effects are moving in the range of 1.17 ha h⁻¹ up to 1.65 ha h⁻¹ at the combine A (ZMAJ 240), while the effects of other investigational combine varied in the range of 1.10 to 1.32 ha h⁻¹ (Burgoine MD8). In all studied combine notes that the cumulative effects increase with the increase of operating speed.

Analyzing fuel consumption based on the results shown in table 4, we see that the changes of defined parameters expressed a similar effect. Thus, the fuel consumption was in the range of 14.18 L h⁻¹ combines of the B mode operation speed of 8.21 km h⁻¹, to 31.20 L h⁻¹ at the combine A mode engine speed 8.67 km h⁻¹. For different values of fuel consumption tested prior to combine all the influence it has studied mass of combine and the current conditions of the lots on which the test was performed.

Height of remained stalks or chips are cut height at the combine A ranged in the range of 18.95-24.67 cm depending on the operating speed of the combine, while another combines tested varied in the range of 19.85-32.74 cm. The cutting height of stalk is a very important indicator, given the fact that low cut and well stem chopping provides unobstructed basic processing and other agro-technical operations performed after harvesting of maize.

Based on these results it can be concluded that the regime change operation speed significantly increased the height of the cut, especially in the second examined combine.

CONCLUSIONS

Based on these results the effects of combine ZMAJ 240 and Burgoine MD8 in collections of mercantile maize pistons can be concluded that the investigated combines during the test in similar conditions showed good results.

Changes in the interactions of relevant parameters were significantly affected by the quality and size of combines actual losses. The content of the whole intact pistons in the combines bunker was in the range of 89.48 % for the combine B (control), to 94.82 % at the combine A (standard). Contents of damaged pistons varied in the range of 5.18-8.94 % (combine A) and 6.52 to 10.52 % (Combine B). The minimum content of unhusked maize pistons measured in mass harvested by combine A and

Na osnovu rezultata koji su prikazani u tabeli 4 zapaža se da je promena definisanih parametara u značajnoj meri uticala na vrednosti eksploatacionih pokazatelja rada ispitivanih kombajna, pri čemu se prosečne vrednosti eksploatacionih pokazatelja nalaze uglavnom na očekivanom nivou. Ostvareni učinci su se kretali u granicama od 1,17 ha h⁻¹ pa do 1,65 ha h⁻¹ kod kombajna A (ZMAJ 240), dok su učinci kod drugog ispitivanog kombajna varirali u rasponu od 1,10-1,32 ha h⁻¹ (Burgoine MD8). Kod svih ispitivanih kombajna zapaža se da se ostvareni učinci povećavaju sa porastom radne brzine.

Analizirajući potrošnju goriva na osnovu rezultata koji su prikazani u tabeli broj 4, zapažamo da je promena definisanih parametara ispoljila sličan uticaj. Tako je potrošnja goriva bila u granicama od 14,18 L h⁻¹ kod kombajna B pri režimu radne brzine od 8,21 km h⁻¹, pa do 31,20 L h⁻¹ kod kombajna A pri režimu radne brzine 8,67 km h⁻¹. Na različite vrednosti potrošnje goriva ispitivanih kombajna pre sve uticaj je imala masa ispitivanih kombajna i trenutni uslovi na parcelama na kojima su izvedena ispitivanja.

Visina ostataka stabljika, odnosno visina reza sečke se kod kombajna A kretala u granicama od 18,95-24,67 cm u zavisnosti od radne brzine kombajna, dok je kod drugog ispitivanog kombajna varirala u rasponu od 19,85-32,74 cm. Visina reza sečke je veoma bitan pokazatelj, imajući u vidu činjenicu da nizak rez i dobro usitnjavanje stabljika obezbeđuje nesmetanu osnovnu obradu i druge agrotehničke operacije koje se izvode nakon ubiranja kukuruza.

Na osnovu dobijenih rezultata može zaključiti da je promena režima radne brzine značajno uticala na povećanje visina reza sečke, naročito kod drugog ispitivanog kombajna.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja efekata rada kombajna ZMAJ 240 i Burgoine MD8 pri ubiranju merkantilnog kukuruza u klip može se zaključiti da su ispitivani kombajni u toku ispitivanja u sličnim uslovima pokazali dobre rezultate.

Interakcija promene relevantnih parametara značajno je uticala na kvalitet rada kombajna i veličinu ostvarenih gubitaka. Sadržaj celog neoštećenog klipa u u bunkeru kombajna bio je u granicama od 89,48% kod kombajna B (kontrola), pa do 94,82% kod kombajna A (standard). Sadržaj oštećenih klipova varirao je u rasponu od 5,18-8,94% (kombajn A), odnosno 6,52-10,52% (kombajn B). Najmanji sadržaj nekomušanih klipova kukuruza izmeren

amounted to 8.69 % , and the highest amount of 11.43 % in harvested mass by Combine B.

The largest overall losses were measured at the combine B and 3.25 % , the lowest in the amount of 0.87 % at the combine A, while noting that the change in working conditions and increased speeds overall losses increase. Higher levels of pistons husking was reached in both studied self-propelled harvester for harvesting corn on the piston. Husking of the pistons is moved in the range of 1.75 % (A harvester), to 6.38 % (Combine B).

The achieved effect ranged from 1.17 h ha⁻¹ (combine A mode of operating speed of 8,12 km h⁻¹), to 1.65 ha h⁻¹ (combine A 8.67 km h⁻¹).

Fuel consumption ranged from 15.17 L ha⁻¹ (combine A) , to the 19.42 L ha⁻¹ in B combine. The cutting height was in the range of 18.95-32.74 cm.

Quality of work the of the first self-propelled combine examined in relation to each other is primarily explained by the fact that the relevant parameters for the combine better comply with the terms and condition of crops on the land in relation to the other combine harvester, although both combine the long-term exploitation. Corrections and improvements were carried out significantly influenced the effects of both studied combines, so that the better results obtained in the work of the corrected version in comparison to the control.

The general conclusion of our study would be that the harvesters can be tested with success in agro-ecological conditions of central Serbia for harvesting of mercantile maize pistons, with optimization with adequate and proper operator training can come to the effect.

Aknowlegement

This work was supported by the Serbian Ministry of Science and Technological Development - projects "Improvement of biotechnological procedures as a function of rational utilization of energy, agricultural products productivity and quality increase" (Project TR 31051).

REFERENCES

- [1]. Barać S., Vuković A., Biberdžić M. (2012) - *Results of qualitative analysis of the pulled corn pickers work effects the picking of mercantile corn*. Research Journal of Agricultural Science, Vol.44(1), ISSN 2066-1843, pg. 233-240;
- [2]. Bogue A. G. (2009) - *Changes in Mechanical and plant technology, The corn belt 1910-1940*. Journal of Economic History. Cambridge University. Vol.43, pg. 1-25;
- [3]. Djević M., Miodragović R., Mileusnić Z. (2004) - *Modern wheat harvesters Claas Lexion 450 in terms of harvesting corn and wheat*. Agricultural engineering. No1, ISSN 0554-5587, pg. 27-40;
- [4]. Furman T., Malinović N., Koš Š., Mehandžić R., Savin L., Tomić M. (2001) - *Results of testing of maize picker "BERKO"*. Tractors and power machines. Vol.6 (4).ISSN 0354-9496, pg.47-53;
- [5]. Malinovic N., Mehandzic R., Furman T. (2002) - *Review of the technical-technology the solutions of the self-propelled corn snappers*, Tractors and power machines. Vol. 7 (3), ISSN 0354-9496 pg.63-67;
- [6]. Malinovic N., Furman T., Mehandzic R., Nikolic R., Tomic M, Savin L., Simikic M. (2003) - *Testing of the self-propelled corn snaper "Berko 041"*, Tractors and power machines. Vol.8(4), ISSN 0354-9496 pg.101-105;
- [7]. Malinovic N, Mehandzic R, Furman T. (2003) - *Testing of device for picking mercantile maize*, Contemporary Agricultural Engineering Vol. 29 (4),ISSN 0350-2953, pg. 173-178;
- [8]. Meši M., Malinović N., Kostić M., Sindić M. (2009) -

je u ubranoj masi kombajna A i iznosio je 8,69%, a najveći u iznosu od 11,43% u ubranoj masi kombajna B.

Najveći ukupni gubici zrna izmereni su kod kombajna B i to 3,25%, a najmanji u iznosu od 0,87% kod kombajna A, pri čemu se zapaža da se pri promeni uslova rada i povećanim brzinama kretanja ukupni gubici zrna povećavaju. Veći nivo okrunjenosti klipa dostignut je kod oba ispitivana samohodna kombajna za ubiranje kukuruza u klip. Krunjenje klipa se kretalo u granicama od 1,75% (kombajn A), pa do 6,38% (kombajn B).

Ostvareni učinak se kretao u rasponu od 1,17 ha h⁻¹ (kombajn A, režim radne brzine od 8,12 km h⁻¹), pa do 1,65 ha h⁻¹ (kombajn A 8,67 km h⁻¹).

Potrošnja goriva se kretala u rasponu od 15,17 L ha⁻¹ (kombajn A), pa do 19,42 L ha⁻¹ kod kombajna B. Visina reza sečke se kretala u granicama od 18,95-32,74 cm.

Kvalitetniji rad prvog ispitivanog samohodnog kombajna u odnosu na drugi se pre svega objašnjava činjenicom da su relevantni parametri za rad kombajna bolje usklađeni sa uslovima rada i stanjem useva na parceli u odnosu na drugi kombajn, iako su oba kombajna u dugogodišnjoj eksploataciji. Korekcije i poboljšanja koja su obavljena su značajno uticala na efekte rada kod oba ispitivana kombajna, tako da su bolji efekti rada dobijeni u korigovanoj varijanti u odnosu na kontrolu.

Generalni zaključak naših istraživanja je da se ispitivani kombajni mogu uspešno koristiti za ubiranje mekantilnog kukuruza u klip u agroekološkim uslovima centralne Srbije, pri čemu uz adekvatnu opimizaciju i pravilnu edukaciju rukovaoca mogu doći do punog izražaja.

Aknowlegement

Rezultati prikazani u ovom radu deo su istraživanja koja su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoj Republike Srbije - projekt "Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda " (Projekt TR 31051).

LITERATURA

- [1]. Barać S., Vuković A., Biberdžić M. (2012) - *Rezultati kvalitativne analize efekata rada vučenih berača kukuruza pri ubiranju merkantilnog kukuruza u klip*, Research Journal of Agricultural Science, Vol.44(1), ISSN 2066-1843, pg. 233-240;
- [2]. Bogue A. G. (2009) - *Promene u mehanici i biljnoj proizvodnji: Linija za kukuruz 1910-1940*. Journal of Economic History. Cambridge University. Vol.43, pg. 1-25;
- [3]. Djević M., Miodragović R., Mileusnić Z. (2004) - *Savremeni žitni kombajni Claas Lexion 450 u uslovima ubiranja kukuruza i pšenice*. Poljoprivredna tehnika. Br.1, ISSN 0554-5587, pg. 27-40;
- [4]. Furman T., Malinović N., Koš Š., Mehandžić R., Savin L., Tomić M. (2001) - *Rezultati ispitivanja berača kukuruza "BERKO"*. Traktori i pogonske mašine. Vol.6 (4).ISSN 0354-9496, pg.47-53;
- [5]. Malinovic N., Mehandzic R., Furman T. (2002) - *Pregled tehničko-tehnoloških rešenja samohodnih kombajna za berbu klipa kukuruza*, Traktori i pogonske mašine. Vol.7 (3), ISSN 0354-9496, pg.63-67;
- [6]. Malinovic N., Furman T., Mehandzic R., Nikolic R., Tomic M, Savin L., Simikic M. (2003) - *Ispitivanje samohodnog berača "BERKO 041"*, Traktori i pogonske mašine, Vol.8(4), ISSN 0354-9496, pg.101-105;
- [7]. Malinovic N, Mehandzic R, Furman T. (2003) - *Ispitivanje uređaja za berbu klipa merkantilnog kukuruza*. Savremena Poljoprivredna tehnika. Vol. 29 (4), ISSN 0350-2953, pg. 173-178;
- [8]. Meši M., Malinović N., Kostić M., Sindić M. (2009) -

Influence of crop condition on mechanized harvest of seed corn, Tractors and power machines, Vol.14 (4). ISSN 0354-9496, pag. 22-26;
[9]. Mostofi Sarkari M.R. (2011) - *Investigation and determination of corn combine harvester losses to introduce appropriate methods to reduce losses*. Journal of agricultural machinery, 1(1) ISSN 2228-6829, pag. 10-16;
[10]. Pintara C. (2000) - *Investigation of a combine harvester at harvesting maize for grain*. Journal Problemy Inżynierii Rolniczej, Vol. 8(2), ISSN 1231-0093, pag. 97-10;
[11]. STATISTICAL YEARBOOK OF SERBIA (2012.): Statistical office of the republic of Serbia, Belgrade, pag. 200-210.

Uticaj stanja useva na mehanizovanu berbu semenskog kukuruza, Traktori i pogonske mašine, Vol.14 (4). ISSN0354-9496, pg.22-26;
[9]. Mostofi Sarkari M.R. (2011) - *Istraživanje i određivanje gubitaka kod kombajna za ubiranje kukuruza radi uvođenja odgovarajućih metoda za smanjivanje gubitaka*. Journal of agricultural machinery, 1(1) ISSN 2228-6829, pag. 10-16;
[10]. Pintara C. (2000) - *Istraživanje žetvenih kombajna pri ubiranju kukuruza za zrno*, Journal Problemy Inżynierii Rolniczej, Vol. 8(2), ISSN 1231-0093, pag. 97-10;
[11]. STATISTIČKI GODIŠNJAK SRBIJE (2012) - Republički zavod za statistiku, Beograd, pag. 200-210.

PRELIMINARY ASSESSMENT OF A COMPANY'S PROFITABILITY /

STABILIREA PRELIMINARĂ A RENTABILITĂȚII UNEI SOCIETĂȚI COMERCIALE

Stud. Manole B.¹⁾, Assist. Ph.D. Eng. Voicu P.²⁾, Ph.D.Stud. LU Jintao³⁾

¹⁾Essex University, European Studies and Modern Languages / Great Britain; ²⁾P.U. Bucharest / Romania;

³⁾School of Management, Northwestern Polytechnical University / China

Tel: 0727-378361; E-mail: beatrice.mnl@gmail.com

Abstract: *Whichever the nature of an enterprise is, the producer cannot gain an instant profit. Whether it is about raw materials, labour, marketing investments or any other type of investment related to the elements of the product's value, there is a disparity between the time of starting the business and its profitability. This disparity is the result of merchandise production and the profit resulted from sales, when the revenues do not cover the expenses. The preliminary assessment of a company's profitability aims to establish the loss-profit point. The paper presents the method of determining the rentability threshold, and in finally make an application in the food industry based on this method. Also, more determined the safety margin of a company from this field in two situations: comfortable and relatively stable.*

Keywords: *profitability, fixed expenses, variable expenses, critical rentability threshold, safety margin*

INTRODUCTION

In every production activity, the producer cannot gain an instant profit. This one initially makes a capital investment following to be regained in time. The scientific literature defines the *critical rentability threshold* as the point at which a business begins to make profits from losses. Establishing this is essential for the preliminary assessment of a company's rentability.

This method determines the minimum level of sales necessary to cover costs incurred by the company. Practically, this approach is a complementary variation of the sensitivity analysis. This rentability threshold can be calculated using accounting profit or present value of cash flows.

As similar research carried out by other authors can mention the works:

- *Practical modalities of calculating rentability threshold and derivatives indicators specific of the system partial costs*, appeared in Scientific Publishing FMR, Metallurgy Review, ISSN 0464-9579, no. 3/2008, p 58, quoted in the international database indexed by EBSCO Publishing Inc. (USA) and EP Products database, author John Russian;
- *Optimization rentability threshold in relation to the size by output of a production system*, authors Merce, E., CC Thanks, H., Arion, Felix, appeared in Scientific papers, Scientific symposium "Present and perspectives in horticulture", October 21 to 23. 1999, ISBN 973-8266-03-3.

MATERIALS AND METHOD

Rentability threshold defines turnover for which the profit is zero. Accordingly this point is determined and the amount of products / services sold, that ensures firm's total cover the expenditure. In case of lower sales volume, the company will incur losses and for a higher sales volume the company will incur profit.

Rezumat: *Oricare ar fi natura unei întreprinderi, producătorul nu poate avea profit imediat. Fie că investește în mijloace fixe, în materia primă, în calificarea forței de muncă, în marketing sau în orice alte elemente care se înglobează în valoarea unui produs, între momentul începerii unei afaceri și al rentabilității acesteia există un decalaj temporal. Analiza preliminară a rentabilității unei Societăți Comerciale are în vedere stabilirea momentului de trecere de la pierdere la profit, moment denumit „prag critic de rentabilitate”. În lucrare se prezintă metoda de determinare a pragului de rentabilitate, iar în final se face o aplicație în domeniul alimentar pe baza acestei metode. De asemenea, se mai determină și marja de siguranță a unei companii în acest domeniu.*

Cuvinte cheie: *rentabilitate, cheltuieli fixe, cheltuieli variabile, prag critic de rentabilitate, marjă de siguranță*

INTRODUCERE

În orice activitate de producție, producătorul nu poate avea profit imediat. Inițial, el face o investiție de capital pe care o recuperează în timp. În literatura de specialitate, momentul trecerii de la pierdere la profit poartă denumirea de prag critic de rentabilitate. Stabilirea acestuia este un factor esențial pentru evaluarea preliminară a rentabilității unei firme.

Această metodă determină nivelul minim al vânzărilor necesare pentru acoperirea costurilor angajate de companie. Practic, această abordare este o variantă complementară a analizei de sensibilitate. Acest prag de rentabilitate se poate calcula folosind profitul contabil sau valoarea prezentă a fluxurilor de numerar.

Ca și cercetări similare efectuate de alți autori putem aminti lucrările:

- *Modalități practice de calcul a pragului de rentabilitate și indicatorii derivați specifici sistemului costurilor parțiale*, apărută în Editura Științifică F.M.R., Revista Metalurgia, ISSN 0464-9579, nr. 3/ 2008, p. 58, cotate în baza de date internațională indexată EBSCO Publishing Inc (SUA) și în baza de date EP Products, autor Ioan Rus;
- *Optimizarea pragului de rentabilitate în raport cu mărimea de ieșire a unui sistem de producție*, autori Merce, E., C.C. Merce, H., Arion, Felix, apărută în Lucrări științifice, Simpozionul științific, „Prezent și perspectiva în horticultura”, 21-23 oct. 1999, ISBN 973-8266-03-3.

MATERIALE ȘI METODĂ

Pragul de rentabilitate definește cifra de afaceri pentru care profitul este zero. Corespunzător acestui punct, se determină și cantitatea de produse/servicii vândute, care asigură acoperirea cheltuielilor totale ale firmei. În cazul unui volum de vânzări mai mic, firma va înregistra pierderi, iar un volum de vânzări mai mare firma va obține profit.

In graph model shows that the rentability threshold is at the intersection the right of receipts from sales, represented by the equation $V=pq$, with the right of production costs, represented by the right $C=C_{fix}+qC_{var}$, where C_{fix} are fixed costs and C_{var} , the unitary variable.

Be noticed that this second right starts from symbolized point by C_{fix} on the ordinance. In other words, if it does not produce any product, the company will still have to bear the costs C_{fix} . Abscissa intersection point P is the minimum quantity that will be sold to cover both fixed costs and variable, ie rentability threshold. Algebraically:

$$Pq = C_{fix} + qC_{var}$$

$$Q_{min} = C_{fix} / (p - C_{var})$$

Rentability threshold=Fixed costs/(Price-unitary variable cost)

In modelul grafic se observa ca pragul de rentabilitate se situează la intersecția dreptei încasărilor din vânzări, reprezentată de ecuația $V=pq$, cu dreapta costurilor de producție, reprezentată de dreapta $C=C_{fix}+qC_{var}$, unde C_{fix} reprezintă costurile fixe, iar C_{var} , pe cele variabile unitare.

Se observa ca aceasta a doua dreapta porneste de la punctul simbolizat cu C_{fix} pe ordonata. Altfel spus, daca nu se produce nici un produs, firma tot va trebui sa suporte costurile C_{fix} . Abscisa punctului de intersecție P reprezintă cantitatea minima ce va trebui vândută pentru a se acoperi atât costurile fixe, cat si cele variabile, adică pragul de rentabilitate. Algebric:

Prag de rentabilitate=Costuri fixe/(Preț-Cost variabil unitar)

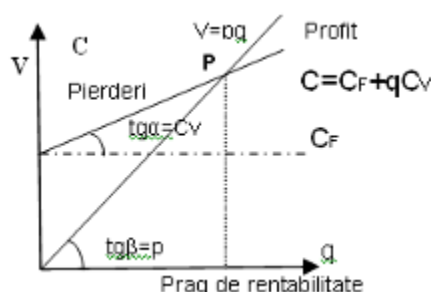


Fig. 1 - Rentability threshold / Determinarea pragului de rentabilitate

In reality there are very few companies that produce and sell a single product. Thus situation often seen when the firm produces two or more products, to allocate fixed costs on those products there are several key distribution:

- the allocation of fixed costs on products based on percentages from the volume of income expected to be generated by each of them;
- the share of direct salaries in making the product / service;
- the allocation of fixed costs depending on how much space occupied each product in total of space for sold.

Rentability threshold analysis establishes the effect it will have on company activity most pessimistic and optimistic forecasts.

In order the preliminary establishment of rentability a commercial society considers himself a case study which aims as aspects, moving from loss to profit, the establish safety margins in two situations:

1. when safety margin is proving to be "comfortable";
2. when margin of safety is not "comfortable" but "relatively stable" after selling a number of products due to competition, reducing the sales price for the remaining monthly production.

RESULTS

First Application

Let us presume that a Commercial Company wants to produce a certain quantity of a food product in a given time period (one week, month, year etc.).

For example, let us consider (estimated values):

- product name: Aloe Vera, Juice 100% bio;

In realitate sunt foarte puține firme care produc si vând un singur produs. Astfel, situația des întâlnită când firma produce doua sau mai multe produse, pentru a se repartiza costurile fixe pe respectivele produse exista mai multe chei de repartizare:

- repartizarea costurilor fixe pe produse pe baza procentului din volumul veniturilor așteptat a fi generat de fiecare dintre acestea;
- ponderea salariilor directe in realizarea produsului/ serviciului;
- repartizarea costurilor fixe in funcție de cat de mult spațiu ocupa fiecare produs in totalul spațiului destinat vânzării.

Analiza pragului de rentabilitate stabilește efectul pe care îl vor avea asupra activității firmei cele mai pesimiste si optimiste previziuni.

În vederea stabilirii preliminare a rentabilității unei societăți comerciale se consideră un studiu de caz care urmărește următoarele aspecte: trecerea de la pierdere la profit, stabilirea marjei de siguranta in doua situatii:

1. când marja de siguranță se dovedește a fi „confortabilă”;
2. când marja de siguranță nu mai este „confortabilă”, ci „relativ stabilă”, după vânzarea unui anumit număr de produse din cauza concurenței, scăzând prețul de vânzare pentru restul producției lunare.

REZULTATE

Aplicația 1

Să admitem că o Societate Comercială își propune să producă într-o perioadă de timp determinată (o săptămână, o lună, un an etc.) o anumită cantitate dintr-un produs alimentar.

Spre exemplu, să considerăm (valori estimative):

- denumirea produsului: suc Aloe Vera, 100% bio;

- presentation: bottle of 330 ml;
- quantity produced in 30 days: $N = 6.105$ pcs;
- unit selling price: $p_u = 5$ euro/pc;
- fixed cost for the entire group of products: $C_1 = 500.000$ euro;
- variable cost: $c_2 = 3$ euro/pc.

The rentability threshold of the Commercial Company for the considered product is to be determined.

In order to solve this problem it is necessary to make use of some basic mathematical knowledge.

Mathematical Roundup [1]

a) The general form of a linear equation is given by the relationship:

where $m = \tan \alpha$, is the line's slope;

n – the origine ordinate; if the line crosses the origin, then $n=0$, and the linear equation becomes: $y = mx$.

b) The line crossing two points is given by the equation:

where (x_1, y_1) , respectively (x_2, y_2) are the coordinates of two arbitrary points on the line.

c) The meeting of two lines

The meeting of two lines is a point (fig. 2).

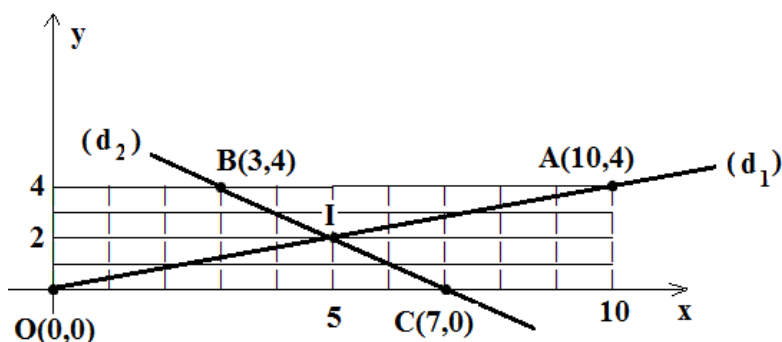


Fig. 2 - Establishing the equation of a line which crosses two points: (d_1) – the line crossing the origin; (d_2) – some other line / Stabilirea ecuației unei drepte care trece prin două puncte: (d_1) – dreapta care trece prin origine; (d_2) – dreaptă oarecare

The meeting point $I(x,y)$ is determined by solving the equation system formed by the two lines:

- prezentare: recipiente de 330ml;
- cantitatea produsă în 30 zile: $N = 6.105$ unități de produs;
- preț unitar de vânzare: $p_u = 5$ euro/unitatea de produs;
- cheltuieli fixe pentru întreg lotul de produse: $C_1 = 500.000$ euro;
- cheltuieli variabile: $c_2 = 3$ euro/unitate de produs.

Se cere să se determine pragul de rentabilitate a Societății Comerciale pentru produsul considerat.

Pentru rezolvarea acestei probleme, este necesar să facem apel la unele cunoștințe elementare de matematică.

Breviar matematic [1]

a) Ecuația generală a unei drepte este dată de relația:

$$y = mx + n \quad (1)$$

unde $m = \tan \alpha$, reprezintă panta dreptei;

n – ordonata la origine; dacă dreapta trece prin origine, atunci $n=0$, iar ecuația dreptei devine: $y = mx$.

b) Dreapta care trece prin două puncte este dată de ecuația:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \quad (2)$$

unde (x_1, y_1) , respectiv (x_2, y_2) sunt coordonatele a două puncte arbitrare ale dreptei.

c) Intersecția a două drepte

Intersecția a două drepte este un punct (fig. 2).

Punctul de intersecție $I(x,y)$ se determină rezolvând sistemul de ecuații format de cele două drepte:

$$\begin{cases} y = m_1x + n_1 \\ y = m_2x + n_2 \end{cases} \rightarrow x = \frac{n_2 - n_1}{m_1 - m_2}; y = \frac{m_1n_2 - m_2n_1}{m_1 - m_2} \quad (3)$$

Considering the line (d_1) given by the points $O(x_1=0, y_1=0)$ and $A(x_2=10, y_2=4)$, according to the relationship (2), the equation of this line will be:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

Considerând dreapta (d_1) dată de punctele $O(x_1=0, y_1=0)$ și $A(x_2=10, y_2=4)$, în conformitate cu relația (2), ecuația acestei drepte va fi:

$$\Rightarrow \frac{y - 0}{4 - 0} = \frac{x - 0}{10 - 0} \quad (4)$$

Or: $4x - 10y = 0$. Analogous, for the line (d_2) given by the points $B(x_1=3, y_1=4)$ and $C(x_2=7, y_2=0)$, the following equation is obtained: $x + y = 7$.

The meeting point I , of the lines $(d_1) \cap (d_2)$, results from solving the system formed by the equations:

$$4x - 10y = 0; x + y = 7,$$

with the solutions: $x = 5; y = 2$.

Dar: $4x - 10y = 0$. Analog, pentru dreapta (d_2) dată de punctele $B(x_1=3, y_1=4)$ și $C(x_2=7, y_2=0)$, se obține ecuația: $x + y = 7$.

Punctul de intersecție I , al dreptelor $(d_1) \cap (d_2)$, rezultă din rezolvarea sistemului format de ecuațiile:

$$4x - 10y = 0; x + y = 7,$$

cu soluțiile: $x = 5; y = 2$.

d) Line equation through cuts

d) Ecuația dreptei prin tăieturi

Considering the equation (1), is obtained:

$$x = 0, y = n; y = 0, x = n/m$$

Determining the critical rentability threshold of the comercial company [2]

a) Fixed expenses:

$$C_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ euro.}$$

b) Variable expenses:

$$C_2 = N \cdot c_2 = 18 \cdot 10^5 \text{ euro.}$$

c) Income from products sale:

$$C_3 = N \cdot p_u = 30 \cdot 10^5 \text{ euro.}$$

d) Diagram design for determining the critical rentability threshold of the company

The diagram for determining the critical rentability threshold of the company for the given example can be seen in figure 2, where n_{cr} represents the critical product number for which the transition from losses to gains takes place.

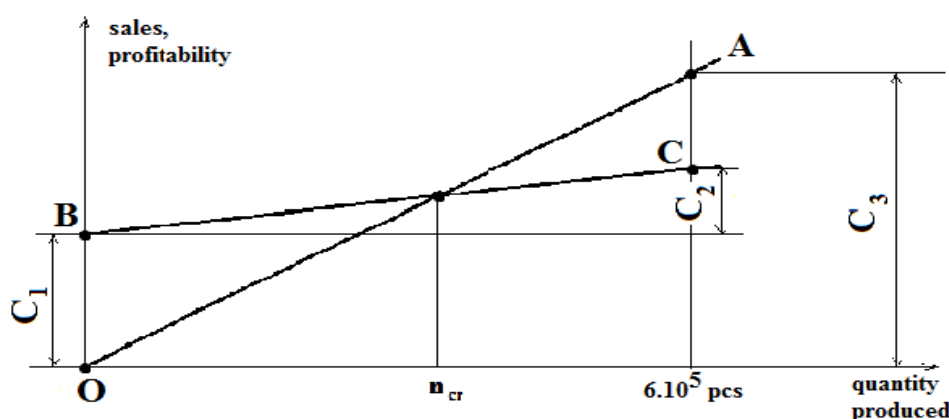


Fig. 2 - Diagram for determining the critical rentability threshold of the company /
Diagrama pentru determinarea pragului critic de rentabilitate a companiei

The value of n_{cr} can be determined from the meeting of the lines OA and BC. According to the relationship (1), the following equation system will result:

$$\begin{cases} y = \frac{C_3}{N} \cdot x = \frac{30 \cdot 10^5}{6 \cdot 10^5} \cdot x = 5x \\ y = \frac{C_2}{N} \cdot x + C_1 = \frac{18 \cdot 10^5}{6 \cdot 10^5} \cdot x + 5 \cdot 10^5 = 3x + 5 \cdot 10^5 \end{cases} \quad (5)$$

with the solution:

cu soluția:

$$x = n_{cr} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ euro} \quad (6)$$

The value of the achieved sales, equal to the value of the expenses corresponding to the transition from losses to profit, is:

Valoarea vânzărilor realizate, egale cu valoarea cheltuielilor corespunzătoare trecerii de la pierdere la profit, este:

$$y = 12,5 \cdot 10^5 \text{ euro} \quad (7)$$

Safety Margin (First application)

According to the scientific literature data, [3], the safety margin (SM) of the company can be (fig.3):

- ✓ unstable, when $SM < 10\%$;
- ✓ relatively stable, when $10\% \leq MS \leq 20\%$;
- ✓ comfortable, when $MS > 20\%$.

In the given example, the company's safety margin is:

Marja de siguranță (prima variantă)

După datele din literatura de specialitate [3], marja de siguranță (MS) a companiei poate fi (fig.3):

- ✓ instabilă, când $MS < 10\%$;
- ✓ relativ stabilă, când $10\% \leq MS \leq 20\%$;
- ✓ confortabilă, când $MS > 20\%$.

În exemplul considerat, marja de siguranță a companiei este:

$$MS = \frac{C_3 - (C_1 + C_2)}{C_3} = \frac{[30 - (5 + 18)] \cdot 10^5}{30 \cdot 10^5} = \frac{7}{30} = 0,233 = 23,3\% \quad (8)$$

therefore it is a "comfortable safety margin".

deci este o „marjă de siguranță confortabilă”.

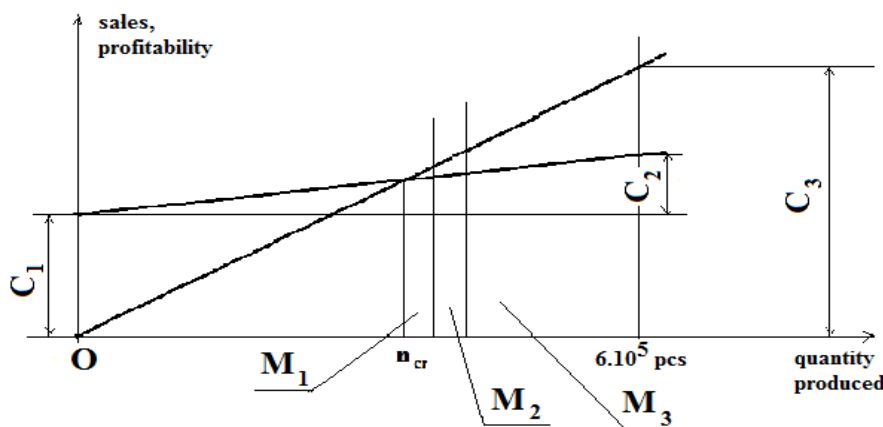


Fig. 3 - Safety Margin / Marja de siguranță

Second Application

Due to competition, the first application is to be reconsidered, after the sale of $N_1 = 3 \cdot 10^5$ pcs, for the following $N_2 = N - N_1 = 3 \cdot 10^5$ pcs, the company decreases the sales unitary price at 4 euro/pcs (fig. 4). The new company's safety margin is to be established.

Varianta a II-a

Să reconsiderăm prima aplicație însă, din cauza concurenței, după vânzarea a $N_1 = 3 \cdot 10^5$ produse, pentru următoarele $N_2 = N - N_1 = 3 \cdot 10^5$ produse compania scade prețul unitar de vânzare la 4 euro/produs (fig. 4). Să se stabilească noua marjă de siguranță a companiei.

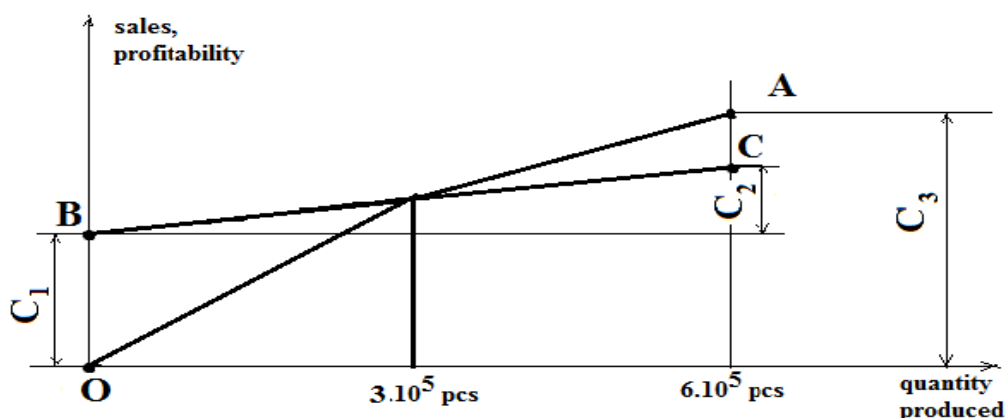


Fig. 4 - Second application: safety margin fixation / Determinarea marjei de siguranță pentru varianta a II-a

In this case, the revenue obtained from products sale becomes $C_3 = 27 \cdot 10^5$ euro, and the safety margin $MS = 13,3\%$ has a "relatively stable" value.

În acest caz, venitul din vânzarea produselor devine $C_3 = 27 \cdot 10^5$ euro, iar marja de siguranță $MS = 13,3\%$ are o valoare „relativ stabilă”.

CONCLUSIONS

The preliminary assessment of a company's profitability allows evaluating the consequences of the different measures taken during its activities. Though, for the safety margin from the second application to become "comfortable", a change in the variable costs must be done, in terms of their reduction.

CONCLUZII

Stabilirea preliminară a profitabilității unei companii ne permite să evaluăm consecințele măsurilor luate în timpul desfășurării activității acesteia. Astfel, pentru ca marja de siguranță în cazul celei de-a doua aplicații să devină confortabilă, trebuie acționat asupra costurilor variabile, în sensul reducerii acestora.

REFERENCES

- [1]. Wikipedia, *Analytical Geometry*.
- [2]. Lloyd R. and colab. (1997) - *Business Plan Expert* Publishing House, Bucharest;
- [3]. Petrescu S. (2005) - *The Elaborated Financial Analysis. Concepts-Methods-Case Studies*, Al.I.Cuza University, Iasi;
- [4]. Scarlat C., Alexe C., Alexe C. (2006) - *From dream to successful business – business plan*, Printech Publishing

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Wikipedia, *Geometrie analitică*.
- [2]. Lloyd R. și colab. (1997) - *Planul de afaceri*, Editura Expert, București;
- [3]. Petrescu S. (2005) - *Analiza financiară aprofundată. Concepte-metode-studii de caz*, Universitatea Al.I. Cuza, Iași;
- [4]. Scarlat C., Alexe C., Alexe C. (2006) - *Afacerea de la vis la succes – Planul afacerii*, Editura Printech,

House, Bucharest;

[5]. Stephen R. (2008) - *Modern Financial Management*, McGraw-Hill, New York;

[6]. Stancu I. (2007) - *Finance*, Economic Publishing House, Bucharest.

București;

[5]. Stephen R. (2008) - *Modern Financial Management*, McGraw-Hill, New York;

[6]. Stancu I. (2007) - *Finanțe*, Editura Economică, București.

SECTION 2

MECHANICS

INCREASING SAFETY AND SECURITY IN TRANSPORTATION BY TESTINGS OF PROTECTIVE STRUCTURES

CRESTEREA SIGURANTEI SI SECURITATII IN TRANSPORT PRIN TESTARI ALE STRUCTURILOR DE PROTECTIE

PhD. Stud. Eng. Persu C., PhD. Stud. Eng. Matache M., PhD. Eng. Vlăduț V.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 0264-401675; E-mail: Persucatalin@yahoo.com

Abstract: This paper presents the researches conducted on the testing procedure, the infrastructure used and the results obtained at testing in a static regime of a protective structure of the operator in an overturning incident (ROPS - Roll over protection structure), in order to determine the degree of protection that it provides to operators.

Keywords: overturning, resistance structure, testing

INTRODUCTION

A rollover protective structure - ROPS is a framework designed to protect the driver of the tractor if it overturns. ROPS works by limiting the rolling away at 90 degrees. In case of a complete rollover, ROPS protect the driver against crushing by the tractor [3].

Thus a country like Sweden has called for the introduction of ROPS on the new tractors since 1959 and in the United States ROPS has become standard equipment since 1985. The rollover protective structures (ROPS) are now available on almost all tractors sold, the ROPS kits being available also for the older models of tractors.

With more than 54,000 of agriculture-related injuries in the United States since 2005 and with over 700 deaths, the agricultural machines are the leading cause of farm accidents and the overturning tractor is the leading cause of accidents with machinery. ROPS and seat belt can prevent over 99% of fatidic rollovers [4].

Researches regarding reduction of the number of dead and wounded due to handling / driving of tractors and agricultural machines, well as for increasing the security and safety of their operators by the use of specific protective structures (ROPS or others) were performed by researchers from our country, European Union and U.S.A. [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9].

MATERIAL AND METHODE

The protective structure subjected to tests was a cabin intended to equip an universal 80 hp tractor, having the following specifications:

- the tractor mass without load, with the protective device, without driver: 3700 kg;
- tyre sizes: 6.5-20 8PR front, and rear :14.00-38 8PR;

The protective structure was made of welded steel profiles containing the Lochmann framework, closings and catching on tractor. Fixing the cabin on the tractor was realized by means of elastic pads, on specific front / rear brackets, it (the cabin) being equipped with two side access doors left / right, fixed front and rear lateral windows left / right as well as a hinged rear window.

The research was conducted at Department of INMA Bucharest on the testing system under simulated and accelerated regime type Hidropuls, which is endowed with the following equipment:

- tensile dynamometers, load cells from the composition of the force measurement chain within the Hidropuls plant (10-100 KN), type FC-10;

Rezumat: În lucrare sunt prezentate cercetările efectuate privind procedura de testare, infrastructura utilizată și rezultatele obținute la încercarea în regim static a unei structuri de protecție a operatorului în caz de răsturnare (ROPS - Roll over protection structure), în vederea determinării gradului de protecție pe care aceasta îl asigură operatorilor.

Cuvinte cheie: structură de rezistență, testare, răsturnare

INTRODUCERE

O structură de protecție pentru răsturnări - ROPS este un cadru conceput pentru a proteja conducătorul tractorului dacă acesta se răstoarnă. ROPS acționează prin limitarea rostogolirii la 90 de grade. În cazul unei rostogoliri complete, ROPS protejează conducătorul împotriva strivirii de către tractor [3].

Astfel, state precum Suedia au cerut introducerea ROPS pe noile tractoare încă din 1959 iar în Statele Unite ROPS a devenit echipament standard din anul 1985. Structurile de protecție pentru răsturnări (ROPS) sunt astăzi disponibile pe aproape toate tractoarele vândute, kit-urile ROPS fiind disponibile și pentru modelele mai vechi de tractoare.

Cu mai mult de 54.000 de răniți legate de agricultură în Statele Unite din 2005 și cu peste 700 de morți, mașinile agricole sunt principala cauză a accidentelor agricole, iar răsturnarea tractorului este principala cauză a accidentelor cu utilaje. ROPS și centura de siguranță pot preveni peste 99% din fatidicele răsturnări [4].

Cercetări privind reducerea numărului de morți și răniți ca urmare a manipulării / conducerii tractoarelor și mașinilor agricole autopropulsate, precum și pentru creșterea securității și siguranței operatorilor acestora prin utilizarea unor structuri specifice de protecție (ROPS sau altele) au fost efectuate de cercetători din țară, Uniunea Europeană și S.U.A. [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9].

MATERIAL ȘI METODĂ

Structura de protecție supusă testărilor a fost o cabină destinată echipării unui tractor universal de 80 CP, având următoarele specificații:

- masa tractorului fără încărcătură, cu dispozitivul de protecție, fără conducător: 3700 kg;
- dimensiunile anvelopelor: față 6.5-20 8PR, respectiv spate :14.00-38 8PR;

Structura de protecție a fost realizată din profile de oțel sudate, conținând cadrul LOCHMANN, închideri și prinderea pe tractor. Fixarea cabinei pe tractor s-a realizat cu ajutorul unor tamponi elastice, pe suporturi față/spate specifice, aceasta fiind prevăzută cu două uși de acces lateral stânga/dreapta, geamuri fixe față și lateral spate stânga/dreapta precum și un geam spate rabatabil.

Cercetările s-au realizat la INMA București în cadrul Departamentului de Încercări pe instalația de încercări în regim simulat și accelerat tip Hidropuls, care este prevăzută cu următoarele echipamente:

- dinamometre de tracțiune, celule de sarcină din componența lanțului de măsurare a forței din cadrul instalației Hidropuls (10 – 100 KN), tip FC-10;

- tensile dynamometers, load cells from the composition of the force measurement chain within the Hidropuls plant (25 – 250 KN), type FC-10;
- displacement measurement systems with inductive transducers in the range 0 - 500 mm, resolution 0.1 mm, type WA500;
- Pentium computer equipped with acquisition board DAP 5200 E - Microstar Laboratories.

Other utilized devices:

- optical goniometry type U4 - 165 with 4 sectors graded, 4-90 °, division 1 ';
- digital caliper 0÷150 mm;
- measuring tape Stanley, L=8 m.

The cabin was fixed on the test platform by means of a system of universal and specific devices. Given the sizes of the cabin and the difficulty of the test, the clearance zone within it was materialized by creating a three-dimensional structure of $\varnothing$ 5 mm steel wire and placed inside the cabin depending of the reference point of the seat (in accordance with Annex IV a D 2009/75/CE).

The load application point for longitudinal test, actuation from back to front was at a distance of 1/6 of the width of the top side of the protective structure, measured from the outer left corner towards the interior, rear view (Fig. 1). The length of the beam with which was realized the uniform distribution of loading was 500 mm.

- dinamometru tracțiune, celulă de sarcină din componentă lanțului de măsurare a forței din cadrul instalației Hidropuls (25 – 250 KN), tip FC-10;
- sisteme de măsurare a deplasării cu traductoare inductive în domeniul 0 – 500mm, rezoluția 0,1 mm, tip WA500;
- calculator Pentium echipat cu placă de achiziție DAP 5200 E - Microstar Laboratories.

Alte aparate utilizate:

- raportor optic tip U4 - 165 cu 4 sectoare gradate , 4-90°, diviziune 1';
- subler digital 0÷150 mm;
- ruletă de măsurare Stanley, L=8 m.

Cabina a fost fixată pe platforma de încercări prin intermediul unui sistem de dispozitive universale și specifice. Având în vedere dimensiunile cabinei și dificultatea încercării, zona de degajare din interiorul acesteia a fost materializată prin realizarea unei structuri tridimensionale din sârmă de oțel de $\varnothing$ 5 mm și poziționată în interiorul cabinei în funcție de punctul de referință al scaunului (conform anexei IV a D 2009/75/CE).

Punctul de aplicare a sarcinii în cazul încercării longitudinale, acționare din spate către față s-a aflat la o distanță de 1/6 din lățimea părții superioare a structurii de protecție, măsurată de la colțul stâng exterior spre interior, vedere din spate (Fig. 1). Lungimea grinzii cu care s-a realizat distribuția uniformă a sarcinii a fost de 500 mm.



Fig. 1 - Assembling realised on the "Hidropuls" plant for testing the tractor cab, in case of application the longitudinal loading from behind /
Montajul realizat pe instalația "HIDROPULS" pentru încercarea cabinei tractorului, în cazul aplicării sarcinii longitudinale din spate

When testing to compression in the rear side, the beam was placed on the upper traverse the most in the back of the protective structure (Fig. 2).

La încercarea la compresiune în partea din spate, grindă a fost plasată pe traversa superioară cea mai din spate a structurii de protecție (Fig. 2).



Fig. 2 - Assembling realised on the "Hidropuls" plant for testing the cab of the tractor Universal, in the case of rear crushing /
Montajul realizat pe instalația "HIDROPULS" pentru încercarea cabinei tractorului universal, în cazul strivirii spate

The point load application in the case of the lateral load testing was at the upper edge of the protective structure line with the preeminent that could hit the ground first when overturned on the right side of the cabin, on the pillar from the right (Fig. 3).

Punctul de aplicare a sarcinii în cazul încercării la sarcina laterală s-a aflat la marginea superioară a structurii de protecție în dreptul proeminentei care ar putea să atingă prima solul în caz de răsturnare pe partea dreapta a cabinei, pe stâlpul din dreapta (Fig. 3).



Fig. 3 - Assembling realised on the "Hidropuls" plant for testing the cab of the Universal tractor in the case of lateral loading application /
Montajul realizat pe instalația "HIDROPULS" pentru încercarea cabinei tractorului Universal, în cazul aplicării sarcinii laterale

When testing to compression in the front side, the beam was placed on the uppermost transverse the most of the front of the protective structure (Fig. 4)

La încercarea la compresiune în partea din față, grinda a fost plasată pe traversa superioară cea mai din față a structurii de protecție (Fig. 4).



Fig. 4 - Assembling realised on the "Hidropuls" plant for testing the cab of the Universal tractor in the case of front crushing /
Montajul realizat pe instalația "HIDROPULS" pentru încercarea cabinei tractorului universal, în cazul strivirii față

According to the documentation, the reference height of the tractor is of 3700 daN, at least 50% from the weight being distributed on the rear wheels.

For the tests were used a 250 kN hydraulic cylinder (for longitudinal and lateral actuation tests) and two 100 kN cylinders (for the tests of pressing from top to bottom).

The test parameters and their values are presented in the Table 1 and were determined in accordance with the regulations in force:

F - force;
 Δ - displacement;
 U - energy.

Conform documentației, greutatea de referință a tractorului este de 3700 daN, cel puțin 50% din masă fiind repartizată pe roțile din spate.

Pentru încercări s-au utilizat un cilindru hidraulic de 250 kN (pentru încercările de acționare longitudinală și laterală) și doi cilindri de 100 kN (pentru încercările de apăsare de sus în jos).

Parametrii de încercare și valorile lor sunt prezentate în Tabelul 1 și au fost stabilite în conformitate cu prevederile normativelor în vigoare:

F - forță;
 Δ - deplasare;
 U - energie.

$$U = \frac{\Delta_1 * F_1}{2} + (\Delta_2 - \Delta_1) \frac{F_1 + F_2}{2} + \dots (\Delta_N - \Delta_{N-1}) \frac{F_{N-1} + F_N}{2} \quad (4)$$

Table 1 / Tabelul 1

Type of test / Tipul încercării		Test parameters / Parametri de încercare		
		Denomination / Denumire	M.U. / U.M.	Minimum values calculated according to D 2009/75/EC / Valori minime calculate conform D 2009/75/CE
In horizontal plane / În plan orizontal	Longitudinal loading from back / Sarcina longitudinală din spate	energy / energie	J	5180
	Lateral loading / Sarcina laterală	energy / energie	J	6475
In vertical plane / În plan vertical	Front crushing / Strivire fata	force / forță	KN	2 x 37
	Rear crushing / Strivire spate	force / forță	kN	2 x 37

RESULTS

The tests of loading were carried out in the back left and right side.

The reference mass used in the calculation of entry energy and of the crushing forces was of 3700 kg.

The requirement for ruptures, cracks and the protection of the clearance zone was complied.

The energy absorbed during application of loading:

- in the back 5.39 kJ;
- lateral 6.92 kJ;

Crushing force:

- in the back 76.82 kN;
- in front 74.93 kN;

The final permanent deformation measured after the tests:

- in the back side: towards the front
- on the left side: 20mm;
- on the right side: 11 mm;

In the front side: towards the front:

- on the left side: 36 mm;
- on the right side: 23 mm;

In the lateral side:

- in the front side: 18 mm;
- in the back side: 25 mm;

In the upper side: from top to bottom:

- in front: 2 mm;
- at the rear: 4 mm;

The following graphs present the evolution of force / displacement for each of the performed tests:

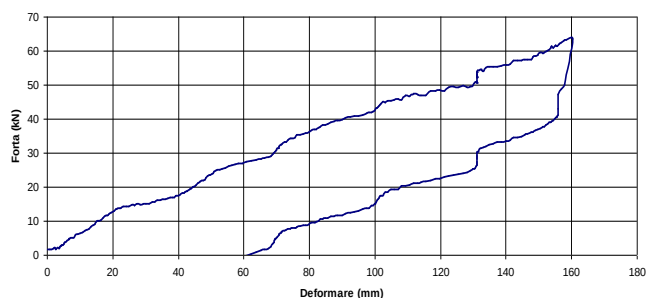


Fig. 5 - Force-deformation diagram in the case of strain at longitudinal loading from behind / Diagrama forță-deformare în cazul solicitării la sarcina longitudinală din spate

REZULTATE

Încercările de sarcina au fost efectuate în partea din spate stânga și în partea laterală dreapta.

Masă de referință utilizată la calcularea energiei de intrare și a forțelor de strivire a fost de 3700 kg.

Cerințele privind rupturile, fisurile și protejarea zonei de degajare au fost respectate.

Energia absorbită în timpul aplicării sarcinii:

- în spate 5,39 kJ;
- lateral 6,92 kJ;

Forță de strivire:

- în spate 76,82 kN;
- în față 74,93 kN;

Deformarea permanentă finală măsurată după încercări:

- în partea din spate: spre față
- în stânga: 20mm;
- în dreapta: 11 mm;

În partea din față: spre față:

- în stânga: 36 mm;
- în dreapta: 23 mm;

În partea laterală:

- în față: 18 mm;
- în spate: 25 mm;

În partea superioară: de sus în jos:

- în față: 2 mm;
- în spate: 4 mm;

În următoarele grafice este prezentată evoluția forță/deplasare pentru fiecare din încercările efectuate:

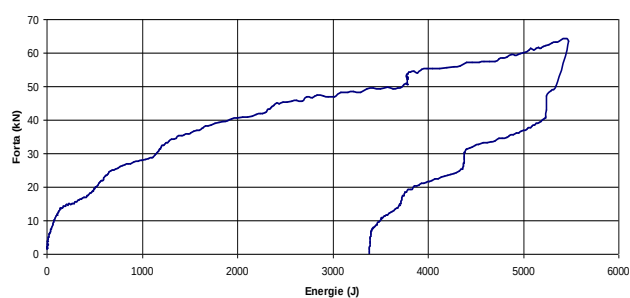


Fig. 6 - Force-energy diagram in the case of strain at longitudinal loading from behind / Diagrama forță-energie în cazul solicitării la sarcina longitudinală din spate

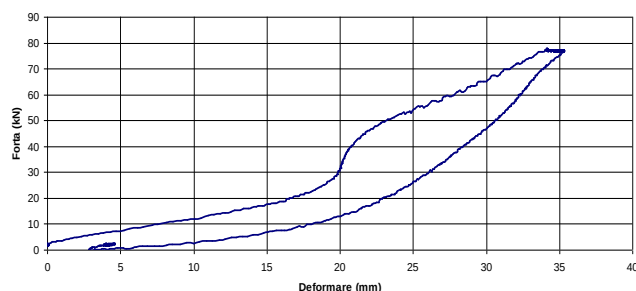


Fig. 7 - Force-deformation diagram. in the case of crushing in the back /
Diagrama forță-deformare în cazul strivirii în spate

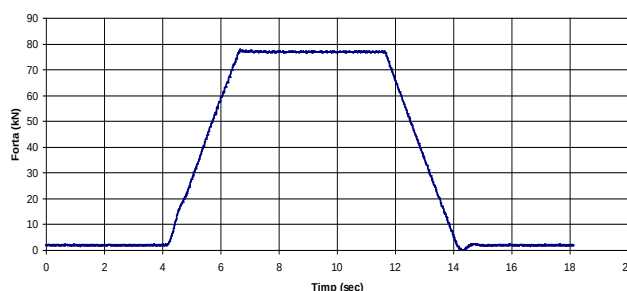


Fig. 8 - Force-time diagram in the case of crushing in the back /
Diagrama forță-timp în cazul strivirii în spate

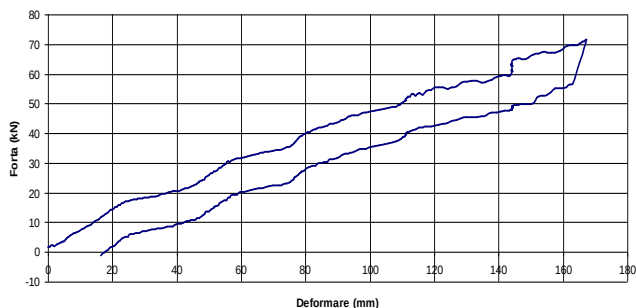


Fig. 9 - Force-deformation diagram in the case of the strain with lateral load /
Diagrama forță-deformare în cazul solicitării cu sarcina laterală

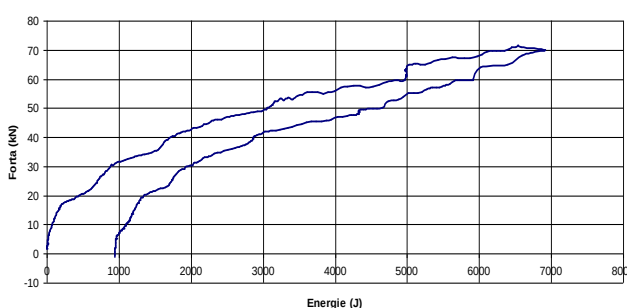


Fig. 10 - Force-energy diagram in the case of the strain with lateral load /
Diagrama forță-energie în cazul solicitării cu sarcina laterală

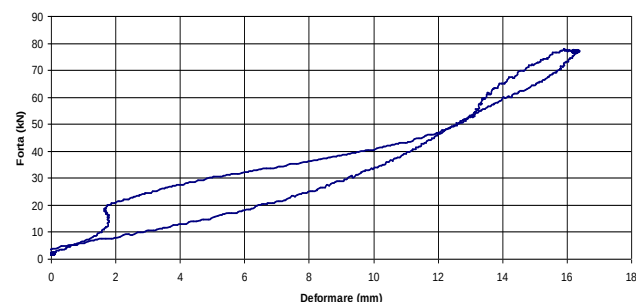


Fig. 11 - Force-deformation diagram in the case of crushing in front /
Diagrama forță-deformare în cazul strivirii în față

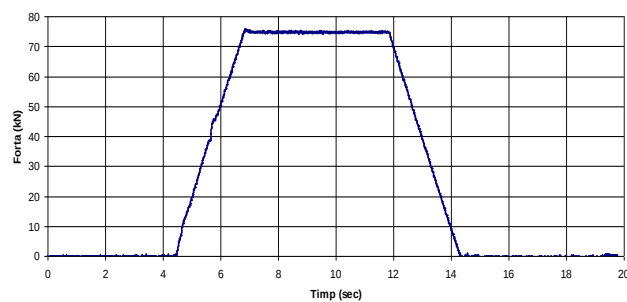


Fig. 12 - Force-time diagram in the case of crushing in front /
Diagrama forță-timp în cazul strivirii în față

CONCLUSIONS

The resistance structure subjected to testing is designed to protect the tractor driver and his companions of those hazards that may occur upon the overthrow of the tractor or limitation of their effect in case of normal use.

The values of the stresses to which the structure was subjected were determined on the basis of its technical documentation, the tests watching the verification of the energy absorbing capacity and of the forces applied to the cabin for the calculated values corresponding to a reference tractor height of 3700 daN.

After performing of tests the protective structure (the cabin) did not presented visible cracks or tears and on their duration a part of it has not penetrated into the clearance zone.

REFERENCES

- [1]. Bozhkov S., Badrikov E., Yankova V., Stefanov K., Mihov M. (2011) - *Research on stability and designing of protective structure of transport vehicle for small farms*, INMATEH-Agricultural Engineering, Vol. 35, pag. 41-48;
- [2]. Febo P., Pessina D. (1989) - *Safety and comfort of the tractor*, Macchine e Motori Agricoli, 6-7, pag. 27-60;
- [3]. Hoy R.M. (2009) - *Farm tractor rollover protection: Why simply getting rollover protective structures installed*

CONCLUZII

Structura de rezistență supusă testării este destinată protejării conducătorului tractorului și a însoțitorilor acestuia de acele pericole care pot să apară la răsturnarea tractorului sau limitării efectului acestora, în cazul unei utilizări normale.

Valorile solicitărilor la care structura a fost supusă s-au determinat pe baza documentației tehnice a acesteia, încercările urmărind verificarea capacității de preluare a energiilor și forțelor aplicate cabinei pentru valorile calculate corespunzător unei greutate de referință a tractorului de 3700 daN.

După efectuarea testărilor structura de protecție (cabina) nu a prezentat rupturi sau fisuri vizibile iar pe durata lor nici o parte a acesteia nu a pătruns în zona de degajare.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bozhkov S., Badrikov E., Yankova V., Stefanov K., Mihov M. (2011) - *Cercetări privind stabilitatea și proiectarea structurii de protecție a vehiculelor de transport pentru fermele mici*, INMATEH-Agricultural Engineering, Vol. 35, pag. 41-48;
- [2]. Febo P., Pessina D. (1989) - *Siguranța și confortul tractorului*, Mașini și motoare agricole, Vol.6-7, pag. 27-60;
- [3]. Hoy R.M. (2009) - *Protecția la răsturnare a tractoarelor agricole: De ce doar simpla instalare a structurilor de protecție la*

on all tractors is not sufficient, Journal of Agricultural Safety and Health, vol. 12(1), pag. 3-4;

[4]. Means K.H., Mucino C.V.H., Etherton J.R. (2000) - *Optimization of a Roll Over Protective Structure (ROPS) Using Nonlinear Finite Element Analysis*, College of Engineering and Mineral Resources, Master of Science In Mechanical Engineering - Morgantown, West Virginia;

[5]. Murphy D.J., Myers J., McKenzie Jr. E.A., Cavaletto R., May J., Sorensen J. (2010) - *Tractors and rollover protection in the United States*, Journal of Agromedicine, Vol.15, ag. 249-263;

[6] Springfeldt B. (1996) - *Rollover of tractors - International experiences*, Safety Science., vol 24(2), pag 95- 110;

[7]. Vlăduț V., Găgeanu P, Ganga M., Biris S. (2007) - *Researches regarding the creation of the testing conditions of the cabins and protection devices for tractors using static and dynamic method*, International Congress - Automotive, Environment And Farm Machinery, AMMA 2007, Series: Applied Mathematics and Mechanics, 50, vol. V, section 7: AGRICULTURAL MACHINERY, pag. 389÷394, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS - Special Issue, Cluj Napoca, Romania;

[8]. Vlăduț V., Gângu V., Pirmă I., Băjenaru S., Biriș S., Bungescu S. (2007) - *Complex tests of the resistance structures in simulated and accelerated regime on hydropulse installation*, Proceedings of the 35 International Symposium on Agricultural Engineering "Actual Tasks on Agricultural Engineering", pag 393÷404, Opatija - Croația;

[9]. Vlăduț V., Matache M., Faur N., Biriș S., Paraschiv G., Bungescu S. (2009) - *Traction Bar Testing of a 161 kW Tractor in Simulated and Accelerated Regime and its Analysis by Finite Elements Method for Determining its Rupture Resistance*, Proceedings of the 37 International Symposium on Agricultural Engineering "Actual Tasks on Agricultural Engineering", pag. 77÷84, Opatija - Croația.

răsturnare a tractoarelor nu este suficientă, Jurnalul de Sănătate și Securitate în Agricultură, vol. 12(1), pag. 3-4;

[4]. Means K.H., Mucino C.V.H., Etherton J.R. (2000) - *Optimizarea unei structuri de protecție împotriva rasturnării folosind analiza cu element finit nelinear*, Colegiul de Inginerie și Resurse Minerale, Master de Științe în Inginerie Mecanică - Morgantown, Virginia de Vest;

[5]. Murphy D.J., Myers J., McKenzie Jr. E.A., Cavaletto R., May J., Sorensen J. (2010) - *Tractoare și protecția la rasturnare în Statele Unite ale Americii*, Jurnalul de Agromedicine, Vol.15, pag. 249-263;

[6] Springfeldt B. (1996) - *Rasturnarea tractoarelor - Experiențe internaționale*, Știința Securității, vol 24(2), pag 95- 110;

[7]. Vlăduț V., Găgeanu P, Ganga M., Biris S. (2007) - *Cercetări privind crearea condițiilor de testare a cabinelor și a dispozitivelor de protecție pentru tractoare folosind metoda statică și dinamică*, Congresul Internațional - Automobile, Mediu și Mașini Agricole, AMMA 2007, Seria: Matematică și Mecanică Aplicată, 50, vol. V, secțiunea 7: Mașini Agricole, pag. 389÷394, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS - Ediție Specială, Cluj Napoca, România;

[8]. Vlăduț V., Gângu V., Pirmă I., Băjenaru S., Biriș S., Bungescu S. (2007) - *Testări complexe ale structurilor de rezistență în regim simulat și accelerat pe instalația hidropuls*, Lucrările celui de-al 35-lea simpozion internațional de inginerie agricolă "Ținte reale în Ingineria Agricolă", pag 393÷404, Opatija - Croația;

[9]. Vlăduț V., Matache M., Faur N., Biriș S., Paraschiv G., Bungescu S. (2009) - *Testarea barei de tracțiune a unui tractor de 161 kW în regim simulat și accelerat și analiza prin Methoda Elementelor Finite pentru determinarea rezistenței la rupturi a acestora*, Lucrările celui de-al 37-lea simpozion internațional de inginerie agricolă "Ținte reale în Ingineria Agricolă", pag. 77÷84, Opatija - Croația.

THE INFLUENCE OF THE KNIFE EDGE ON THE PROCESS OF CORN GRAINS GRINDING / INFLUENȚA UNGHIULUI DE TĂIERE A CUȚITULUI ASUPRA PROCESULUI DE MĂRUNȚIRE A SEMINȚELOR DE PORUMB

PhD. Eng. Lupu M., Prof. PhD. Eng. Pădureanu V.

Transilvania University of Brasov / Romania

E-mail: lupu.mirabela@unitbv.ro

Abstract: The analysis of the whole process of cutting performed by the technical equipment used in grinding cereal grains, has led to the conclusion that the main actions applied to the cereal grains are those of crushing and cutting. The present paper presents a study on the influence of the knife edge on the process of corn grains grinding. The experimental research was performed on individual corn grains, at humidity values of 14% and 16%, using a knife with a 30° edge and a knife with a 45° edge, continually considering the cutting resistance force variation of the corn grains and the energy consumption variation.

Keywords: corn cutting, humidity, individual corn grains, energy consumption, force, deformation

INTRODUCTION

The behavior of solid materials put under the grinding operation is very different from a case to another, according to the great number of parameters which contribute to its performing [12]. The experimental research has revealed the main parameters which should be considered when explaining the way of performing the grinding: the nature of the material, the initial state (form, granulometry etc.), the structure, the way of applying the force and the nature of the applied force, value, speed and time of applying the effort [5], [8].

Because of the complex structure, cereal grains can be considered as "colloidal-capillary-porous" bodies, and from rheological point of view showing concomitant, in certain proportions, the three basic rheological properties: elasticity, viscosity and plasticity. The granule shape deformations can be classified into one of these categories: elastic deformation, plastic deformation and viscous flow or combinations thereof [1], [3].

Grinding cereal grains by cutting them is a wide spread procedure in the grinding industry. Concerning this graining procedure, cereal grains are cut by applying the external forces of the knife. This grinding method is applied to plastic, plastic-elastic materials and various hard materials [4].

During the process of cutting with the knife displacement on the normal direction, two stages can be distinguished: a first stage where the cutting edge is pressing over the material, when on the knife cutting edge are created normal contact stresses which by their value produce the destruction of the material integrity and a second stage where the knife penetrates inside the granule, moment when the inclined front of it deforms the material, pushing it to the side by the wedge effect on a perpendicular direction to the direction of movement, fact which creates into material a state of stresses which manifests itself differently, depending on the nature of the material subjected to the cutting operation [3], [4], [6].

The energy consumption in order to perform the grinding operation depends on the material physical-mechanical properties, the type of strain applied during the grinding process and the required grinding degree.

The higher the grinding degree is, the higher the

Rezumat: Din analiza procesului de lucru executat de către echipamentele tehnice utilizate pentru măcinarea cerealelor, a rezultat că solicitările principale care se aplică semințelor de cereale se referă la strivire și tăiere. Lucrarea de față prezintă un studiu referitor la influența unghiului de tăiere a cuțitului asupra procesului de mărunțire a semințelor de porumb. Cercetările experimentale au fost realizate pe semințe individuale de porumb, la umidități de 14% și 16% utilizându-se cuțite cu unghi de tăiere de 30° respectiv 45°, urmărindu-se variația a forței de rezistență la tăierea a semințelor de porumb precum și variația consumurilor energetice la tăiere.

Cuvinte cheie: tăiere, umiditate, semințe individuale de porumb, consum de energie, forță, deformare

INTRODUCERE

Comportarea materialelor solide supuse operației de mărunțire este foarte diferită, aceasta ca urmare a influenței numeroșilor factori implicați în realizarea acesteia [12]. Cercetările experimentale au scos în evidență principalii factori de influență care trebuie luați în considerare la explicarea modului de producere a mărunțirii: natura materialului, starea inițială (forma, granulometria etc.), structura, modul de aplicare și natura forței aplicate, valoarea, viteza și durata de aplicare a efortului [5], [8].

Datorită structurii complexe, semințele de cereale pot fi considerate drept corpuri „coloidal-capilar-poroase”, din punct de vedere reologic ele prezentând concomitent, în anumite proporții, cele trei proprietăți reologice esențiale: elasticitate, viscozitate și plasticitate. Deformația formei unei granule poate fi încadrată în una din următoarele categorii: deformație elastică, curgere vâscoasă și deformație plastică sau în combinații ale acestora [1], [3].

Mărunțirea semințelor de cereale prin tăiere este un procedeu larg întâlnit în industria morăritului. În cazul acestui procedeu de mărunțire, semințele de cereale sunt solicitate de către forțele aplicate din exterior prin intermediul muchiei tăietoare a unui cuțit. Această metodă de mărunțire se aplică la materiale plastice, plastico-elastice și diferite materiale tari [4].

În procesul de tăiere cu deplasarea cuțitului pe direcție normală, se disting două etape: o primă etapă în care tăișul presează asupra materialului, când asupra tăișului cuțitului se creează tensiuni normale de contact care prin valoarea lor produc distrugerea integrității materialului, și o a doua etapă în care cuțitul pătrunde în interiorul granulei, moment în care fața înclinată a lui deformează materialul, împingându-l în lateral prin efectul de pană, pe o direcție perpendiculară pe direcția de deplasare, fapt ce creează în material o stare de tensiuni, care se manifestă diferit în funcție de natura materialului supus operației de tăiere [3], [4], [6].

Consumul de energie pentru realizarea operației de mărunțire depinde de proprietățile fizico-mecanice ale materialelor, de tipul de solicitare aplicat în procesul de mărunțire și de gradul de mărunțire ce trebuie realizat.

Cu cât gradul de mărunțire este mai mare, cu atât energia

required energy is needed [8], [9],[10].

In order to achieve low energy consumption, in order to perform the grinding, the operation should be done according to the rigorous establishment of the grinding dimensions and the appropriate technological and functional scheme of the machine, adjusted to the physical-mechanical properties of the material under the grinding operation [2].

Over the years many theories have been developed on the process of grinding and, corresponding, some analytical relations for determining the energy invested in the grinding process. These theories don't have, however, a satisfactory scientific substantiation [8].

This is, because it is not possible that the priming complex physical phenomena and then breaking development to be expressed by simple relations. However, it is possible to indicate tendency of energy yield in the individual particle crushing and grinding industry, in particular as a function dependent on the size of the newly created surface [8], [11].

MATERIALS AND METHODS

The experimental research attempts, on the one hand, to check the veracity of the hypothesis and theories which are the basis of the theoretical studies concerning the researched processes, and, on the other hand, it allows investigating a range of phenomena of which practical applicability cannot be obtained by means of theoretical study, due to their complexity or to the lack of sufficient knowledge of the laws which determine the researched phenomenon [8].

The Lothar corn grains make main object of this study, grains which have the characteristics in table 1.

Grinding particles requires some energy consumption.

In the grinding process, the specific energy, is the energy needed to generate a certain degree of fineness of the mass unit from the product subject to grind.

Due to the multitude factors involved in the development of grinding operation, were formulated a number of theories (laws) to estimate the energy consumed in the crushing operation, each based on some simplifying assumptions.

These theories are grouped into two categories:

- classical theories which fall Rittinger's hypothesis, the Kick hypothesis, Bond's hypothesis and the general theory of Charles;
- modern theories which fall thermodynamic theory, the theory of free grinding and module theory.[8]

Due to the large number of influencing factors, there is still no satisfactory theoretical basis for shredding mechanism.

necesară pentru mărunțire este mai mare [8], [9], [10].

În vederea realizării unor consumuri reduse de energie, la executarea operației de mărunțire trebuie să se țină seama de stabilirea strictă a dimensiunilor până la care să se facă mărunțirea și alegerea corespunzătoare a schemei tehnologice și funcționale a utilajului, funcție de proprietățile fizico-mecanice ale materialului supus operației de mărunțire [2].

În decursul timpului au fost elaborate numeroase teorii privind desfășurarea procesului de mărunțire și, corespunzător, relații analitice pentru determinarea energiei investită în procesul de mărunțire. Aceste teorii nu au, însă, o fundamentare științifică satisfăcătoare [8].

Aceasta, pentru că nu este posibil ca fenomenele fizice complexe de amorsare și apoi de dezvoltare a rupei să fie exprimate prin relații simple. Este însă posibil să se indice tendința randamentelor energetice la mărunțirea particulei individuale și la mărunțirea industrială, înțelegându-se că funcții ce depind de mărimea suprafețelor nou create [8], [11].

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările experimentale urmăresc pe de o parte, verificarea adevărului ipotezelor și teoriilor care au stat la baza studiilor teoretice referitoare la procesele cercetate, iar pe de altă parte permit investigarea unor fenomene pentru care nu se pot obține pe cale teoretică rezultate cu aplicabilitate practică, datorită complexității acestora sau necunoașterii în suficientă măsură a unor legi care determină evoluția fenomenului cercetat.[8]

Obiectul principal al acestui studiu l-au constituit semințele de porumb din soiul Lothar, având caracteristicile din tabelul 1.

Mărunțirea particulelor necesită un anumit consum de energie. În procesul de mărunțire, consumul specific de energie, reprezintă energia necesară obținerii unui anumit grad de mărunțire a unității de masă din produsul supus mărunțirii.

Din cauza numărului mare de factori care intervin în desfășurarea operației de mărunțire s-au formulat o serie de teorii (legi) pentru estimarea energiei consumate în operația de mărunțire, fiecare dintre ele având la bază anumite ipoteze simplificatoare.

Aceste teorii sunt grupate în două categorii:

- teorii clasice în care se încadrează ipoteza lui Rittinger, ipoteza lui Kick, ipoteza lui Bond și teoria generală a lui Charles;
- teorii moderne în care se încadrează teoria termodinamică, teoria liberei mărunțiri și teoria modulelor.[8]

Datorită numărului mare de factori de influență, nu există încă o bază teoretică satisfăcătoare pentru mecanismul mărunțirii.

Table 1 / Tabelul 1

The characteristics of the corn grains used in the experimental research /
Caracteristicile fizice ale semințelor de porumb utilizate în cadrul cercetărilor experimentale

Cereal type/ Tip cereale	Density/ Masa hectolitrică [kg/hl]	Humidity/ Umiditatea [%]
Corn / Porumb	66.7 / 66,7	14
	65.1 / 65,1	16

The experimental research has been performed using the Zwick/Roell 2.5kN testing equipment, to which the cutting machine was added (Fig.1).

During the experimental research the resistance of the corn grains to individual cutting has been analyzed, monitoring, in the same time, the energy consumption during the cutting process. Along the cutting process two types of knives have been used, a knife with a 30° edge and a knife with a 45° edge (Fig. 2).

In order to mark out the influence of the corn grains

Cercetările experimentale au fost realizate cu ajutorul echipamentului pentru testarea materialelor Zwick/Roell 2.5 kN, la care s-a adaptat dispozitivul de tăiere (Fig. 1).

În cadrul cercetărilor experimentale a fost analizată rezistența la tăierea individuală a semințelor de porumb, urmărindu-se în același timp și consumurile energetice obținute în urma procesului de tăiere. În cadrul procesului de tăiere s-au utilizat două tipuri de cuțite, un cuțit cu unghiul de ascuțire de 30° și un cuțit cu unghiul de ascuțire de 45° (Fig. 2).

Pentru evidențierea influenței umidității semințelor de

humidity on the grinding process, the experimental research has been performed at humidity values of 14% and 16%. The cutting speed during all the experimental research is of 50 mm/min.

porumb asupra procesului de mărunțire, cercetările experimentale au fost realizate la valori ale umidității de 14% și 16%. Viteza de tăiere utilizată în cadrul tuturor cercetărilor experimentale este de 50 mm/min.



Fig. 1 - The cutting equipment used in the experimental research /
Dispozitivul de tăiere utilizat în cadrul cercetărilor experimentale

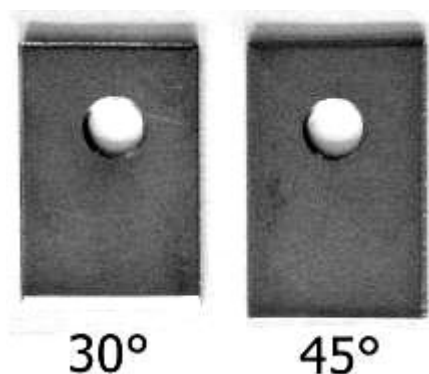


Fig. 2 - The knives used in the experimental research /
Cuțitele utilizate în cadrul cercetărilor experimentale

In order to bring the corn grains to the needed humidity, a WK 11 600 climatic chambers was used. The grains were put into the climatic chamber and kept there for 5 or 6 days. In order to determine the final humidity of the grains, a special Granomat humidometer for cereal grains was used.

For each experiment, 15 corn grains belonging to the same corn variety and dimensional group were used. Along each performed experiment the cutting force value variation has been measured depending on the knife movement from the beginning of the experiment and up to the entire cutting of the corn grain as well as the measured energy consumption along each cutting process.

In order to measure the force value, the device used to fix the knife was put into the fixing system of the force tensometric transducer of the material testing Zwick/Roell 2.5 kN equipment, which allows to measure the force value with a 0.01% resolution. The measuring of the knife movement along the cutting process was performed using the incremental position transducer of the equipment, which was indexed for each equipment separately, for the moment when the cutting edge touched the tested grain surface.

The electrical signals of the two transducers were

Pentru a aduce semințele de porumb la umiditățile dorite, s-a utilizat o cameră climatică tip WK 11 600. Semințele au fost introduse în incinta acestuia și menținute un timp de 5...6 zile iar pentru a determina umiditatea finală a semințelor, s-a utilizat umidometrul specializat pentru semințele de cereale, de tip Granomat.

Pentru fiecare experiment în parte s-a lucrat cu câte 15 semințe de porumb aparținând unui aceluiași soi și unei aceleiași grupe dimensionale. În cadrul fiecărui experiment s-a înregistrat variația forței de tăiere în funcție de deplasarea cuțitului de la începutul procesului de tăiere până la secționarea deplină a bobului precum și consumul de energie înregistrat la fiecare proces de tăiere în parte.

Pentru măsurarea forței, dispozitivul de prindere a cuțitului a fost montat în sistemul de fixare al traductorului tensometric de forță al echipamentului pentru testarea materialelor Zwick/Roell 2.5 kN, care permite măsurarea forței cu o rezoluție de 0,01%. Măsurarea cursei cuțitului în timpul procesului de tăiere s-a realizat prin intermediul traductorului incremental de poziție al echipamentului, care a fost indexat pentru fiecare experiment în parte, pentru momentul în care tăișul cuțitului a luat contact cu suprafața bobului testat.

Semnalele electrice ale celor două traductoare au fost

registered in the computer database.

RESULTS AND DISCUSSION

To highlight the influence of grain moisture corn on energy invested in the crushing process, was carried out experimental research obtained by cutting a single kernel of corn.

The results of each experiment are shown in the diagram below. Processing the results of the experimental research, two graphic representations were made: the resistance force variation in the individual cutting of the wheat grains and the energy consumption variation.

The curves of the resistance force variation in the corn grain cutting, at humidity values of 14% and 16% are shown in Fig. 3 and 4.

înregistrate în baza de date de pe hardul calculatorului.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru a evidenția influența umidității semințelor de porumb asupra consumului de energie investit în procesul de mărunțire, s-a realizat prelucrarea datelor cercetărilor experimentale obținute la tăierea individuală a semințelor de porumb.

Rezultatele fiecărui experiment sunt disponibile sub formă de grafice. În urma prelucrării datelor rezultatelor cercetării experimentale s-au trasat graficele de variație a forței de rezistență la tăierea individuală a semințelor de porumb precum și graficele de variație a consumurilor energetice.

Curbele de variație a forței de rezistență la tăiere a semințelor de porumb și variația consumurilor energetice, la o umiditate de 14% și 16% sunt prezentate în figurile 3 și 4.

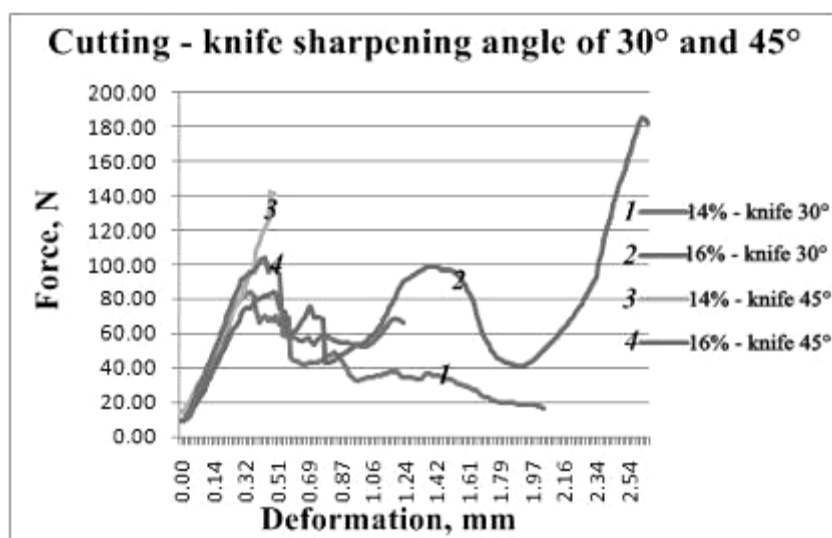


Fig. 3 - The influence of the corn grains humidity on the resistance to cutting, using a knife with a cutting sharpening edge of 30°/
Influența umidității semințelor de porumb asupra rezistenței la tăiere, cu un cuțit cu unghiul de ascuțire de 30° și 45°

The shape of each variation curve of force highlights the behavior of wheat grains at the request of quasi-static cutting for various conditions of force application.

From analysis the shape variation curves of cut resistance forces are highlighted as follows:

- ✚ in the first phase of implementation of the application there is a proportionality between the force applied to the knife edge and elastic deformation of the kernel representing the elastic deformation of the grain;
- ✚ after passing the elastic zone is manifested plastic deformation phenomenon of grain material, a phenomenon that is highlighted by a progressive decrease in slope of the variation, up to the maximum;
- ✚ at the time of entering the knife in grain mass, the cutting force is at a maximum and is kept at this value and decreases progressively until the complete detachment of the grains.

Analyzing the graph in Figure 3, it can be seen that, at lower grain moisture content, the duration of the grinding process is reduced. It can also deduce that, the higher the grain humidity value is, the flatter the slope line of the variation curve will be, and so, the grain elasticity is higher, the maximum deformation occurring at the grain moisture of 16%, being 2.67 mm.

The maximum cutting force resulting from the grinding process by cutting is registered at the humidity of 16%, and it has the value of 182 N.

Forma fiecărei curbe de variație a forței scoate în evidență comportamentul semințelor de grâu la solicitarea de tăiere cvasistatică, pentru diferitele condiții de aplicare a forței.

Din analiza formei curbelor de variație a forțelor de rezistență la tăiere se scot în evidență următoarele:

- ✚ în prima fază de aplicare a solicitării există o proporționalitate între forța aplicată de tăișul cuțitului și deformația elastică a bobului, reprezentând zona deformării elastice a bobului;
- ✚ după depășirea zonei de elasticitate se manifestă fenomenul de deformare plastică a materialului bobului, fenomen ce este pus în evidență de diminuarea progresivă a pantei curbei de variație, până la atingerea maximumului;
- ✚ în momentul pătrunderii cuțitului în masa bobului, forța de tăiere este maximă și se menține la această valoare sau se diminuează progresiv până la secționarea deplină a bobului.

Analizând graficul din figura 3, se poate observa că, la o umiditatea a semințelor mai mică, durata procesului de mărunțire este mai redusă. Se mai poate deduce faptul că, cu cât umiditatea bobului este mai mare, panta curbei de variație a forței de rezistență la tăiere este mai redusă, deci, cu atât elasticitatea bobului este mai mare, deformația maximă a bobului înregistrându-se la umiditatea de 16%, ea fiind de 2,67 mm.

Forța maximă de tăiere rezultată în urma procesului de mărunțire prin tăiere, este înregistrată la umiditatea de 16%, ea având valoarea de 182 N.

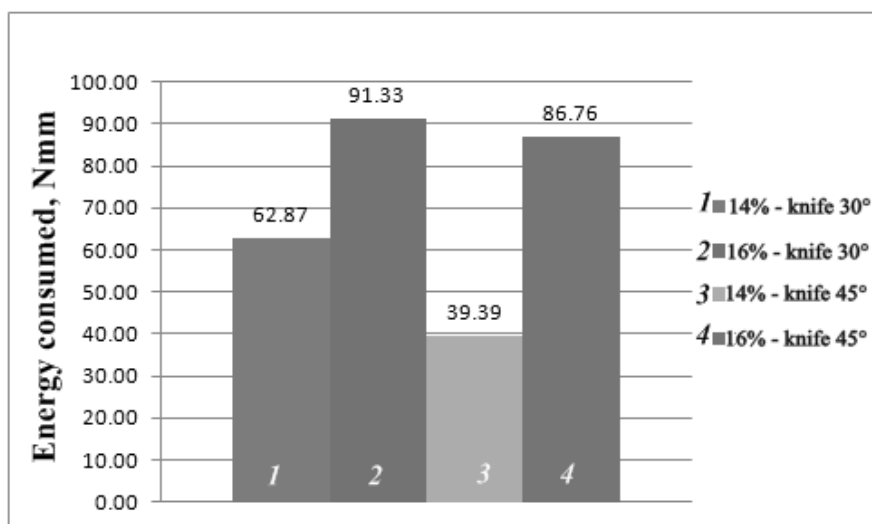


Fig.4 - The influence of the sharpening cutting edge on the energy consumption, along the individual cutting of the wheat grains, at a humidity value of 16%. / *Influența unghiului de ascuțire a cuțitului asupra consumului energetic, la tăierea individuală a semințelor de porumb, la umiditatea de 14% și 16%*

The analysis of the energy consumption diagram shows that, for the two different humidity values used, the lowest energy consumption has been obtained when using a knife with a 45° sharpening edge and a humidity value of 14%. The research has also shown that when the corn grain humidity value is lower (14%), the energy consumption value is lower. The analysis of the energy consumption according to the cutting edge sharpening has shown that using a knife with a 45° sharpening cutting edge, the energy consumption value is lower.

CONCLUSIONS

The analysis of the experimental research has shown the following facts:

- the lower the corn grains humidity value is, the shorter the grinding duration time will be;
- the higher the grain humidity value is, the flatter the slope line of the variation curve will be;
- the lowest value of the energy consumption is obtained when using a knife with a 45° sharpening edge and a humidity value of 14%;
- the cutting of the corn grains has shown that, between the two types of knives used (30° and 45°), the lowest values of the energy consumption at both humidity values have been obtained when using a knife with a 45° sharpening of the cutting edge.

From analysis the shape variation curves of cut resistance forces are highlighted as follows:

- in the first phase of implementation of the application there is a proportionality between the force applied to the knife edge and elastic deformation of the kernel representing the elastic deformation of the grain;
- after passing the elastic zone is manifested plastic deformation phenomenon of grain material, a phenomenon that is highlighted by a progressive decrease in slope of the variation, up to the maximum;
- at the time of entering the knife in grain mass, the cutting force is at a maximum and is kept at this value and decreases progressively until the complete detachment of the grains.

REFERENCES

- [1]. Osborne B.G., Anderson R.S., Huynh H.N. (2005) - *In situ measurement of the rheological properties of wheat and barley grain using the SKCS 4100*, Proceeding of the 12th International ICC Cereal and Bread Congress,

Din analiza graficului privind consumurile de energie se poate observa că, la cele două umidități utilizate, cel mai mic consum de energie este obținut în cazul utilizării cuțitului cu unghiul de ascuțire de 45° la 14% umiditate. S-a constatat că, la o umiditate mai mică (14%) a bobului de porumb, consumul de energie este mai mic. Având în vedere analiza consumului de energie privind unghiul de tăiere a cuțitului, s-a constatat că utilizând un cuțit cu unghi de tăiere de 45°, consumul de energie este mai mic.

CONCLUZII

În urma analizei cercetărilor experimentale efectuate în această lucrare, s-a constatat următoarele:

- cu cât umiditatea semințelor de porumb este mai mică, cu atât durata procesului de mărunțire este mai redusă;
- cu cât umiditatea bobului este mai mare, panta curbei de variație a forței de rezistență la tăiere este mai redusă;
- cel mai mic consum de energie este obținut în cazul utilizării cuțitului cu unghiul de ascuțire de 45° la 14% umiditate;
- în urma procesului de tăiere a semințelor de porumb s-a constatat că dintre cele două tipuri de cuțite utilizate (30° și 45°), cel mai mic consum de energie pentru ambele umidități au fost înregistrate la utilizarea cuțitului cu unghi de tăiere de 45°.

Din analiza formei curbelor de variație a forțelor de rezistență la tăiere se scot în evidență următoarele:

- în prima fază de aplicare a solicitării există o proporționalitate între forța aplicată de tăișul cuțitului și deformația elastică a bobului, reprezentând zona de deformării elastice a bobului;
- după depășirea zonei de elasticitate se manifestă fenomenul de deformare plastică a materialului bobului, fenomen ce este pus în evidență de diminuarea progresivă a pantei curbei de variație, până la atingerea maximumului;
- în momentul pătrunderii cuțitului în masa bobului, forța de tăiere este maximă și se menține la această valoare sau se diminuează progresiv până la secționarea deplină a bobului.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Osborne B.G., Anderson R.S., Huynh H.N. (2005) - *In situ measurement of the rheological properties of wheat and barley grain using the SKCS 4100*, Proceeding of the 12th International ICC Cereal and Bread Congress,

Harrogate, UK, pg. 207-211;

[2]. Panturu D., Barsan I.G. (1997) - *Calculul și construcția utilajelor din industria morăritului*, Publishing House Bucharest;

[3]. Paulsen G.M., Shroyer J.P. (2004) - *Wheat Agronomy*, Encyclopedia of grain science, Elsevier;

[4]. Dexter J.E., Sarkar A.K. (2004) - *Dry Milling*, Encyclopedia of grain science, Elsevier;

[5]. Lupu M., Padureanu V. (2009) - *Theoretical and experimental research on resistance of wheat crushing for bread industry*, Proceeding of 2nd International Conference "Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences", Lozenec, Bulgaria, pag. 6-10;

[6]. Lupu M., Padureanu V. (2010) - *Physical properties of cereal grain*, Proceeding of the 3rd International Conference "Advanced Composite Materials Engineering" COMAT, Brasov, Romania, pag. 127-131;

[7]. Lupu M., Rus F. (2010) - *The influence of humidity on grain grinding process*, Proceeding of the International Conference BIOATLAS, Brasov, Romania, pag. 87-90;

[8]. Mirabela Lupu, Vasile Pădureanu (2012) - *Mărunțirea cerealelor*, Editura Universității Transilvania Brașov, ISBN 978-606-19-0175-3;

[9]. Rumpf, H. (1965) - *Die Einzelkornzerkleinerung als Grundlage einertechnischen Zerkleinerungswissenschaft*, Chemie – Ingenieur – Technik 3, pag.187–202;

[10]. Schönert, K. (1966) - *Einzeln-Druckzerkleinerung und Zerkleinerungskinetik. Untersuchungen an Kalkstein-, Quarz-, und Zementklinkerkörner des Größenbereiches 0,1 bis 3 mm*, Dissertation, Universität Karlsruhe (TH);

[11]. Schubert, H. (1975) - *Tensile strength of agglomerates*, Powder Technology 11, pag. 107–119;

[12]. Shitanda D., Nishiyama Y., Koide S. (2002) - *Compressive strength properties of rough rice considering variation of contact area*, Journal of Food Engineering 53, pag. 53–58.

Harrogate, UK, pg. 207-211;

[2]. Panturu D., Barsan I.G. (1997) - *Calculul și construcția utilajelor din industria morăritului*, Editura Tehnică, București;

[3]. Paulsen G.M., Shroyer J.P. (2004) - *Wheat Agronomy*, Encyclopedia of grain science, Elsevier;

[4]. Dexter J.E., Sarkar A.K. (2004) - *Dry Milling*, Encyclopedia of grain science, Elsevier;

[5]. Lupu M., Padureanu V. (2009) - *Theoretical and experimental research on resistance of wheat crushing for bread industry*, Proceeding of 2nd International Conference "Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences", Lozenec, Bulgaria, pag. 6-10;

[6]. Lupu M., Padureanu V. (2010) - *Physical properties of cereal grain*, Proceeding of the 3rd International Conference "Advanced Composite Materials Engineering" COMAT, Brasov, Romania, pag. 127-131;

[7].]. Lupu M., Rus F. (2010) - *The influence of humidity on grain grinding process*, Proceeding of the International Conference BIOATLAS, Brasov, Romania, pag. 87-90;

[8]. Mirabela Lupu, Vasile Pădureanu (2012) - *Mărunțirea cerealelor*, Editura Universității Transilvania Brașov, ISBN 978-606-19-0175-3;

[9]. Rumpf, H. (1965) - *Die Einzelkornzerkleinerung als Grundlage einertechnischen Zerkleinerungswissenschaft*, Chemie – Ingenieur – Technik 3, pag.187–202;

[10]. Schönert, K. (1966) - *Einzeln-Druckzerkleinerung und Zerkleinerungskinetik. Untersuchungen an Kalkstein-, Quarz-, und Zementklinkerkörner des Größenbereiches 0,1 bis 3 mm*, Dissertation, Universität Karlsruhe (TH);

[11]. Schubert, H. (1975) - *Tensile strength of agglomerates*, Powder Technology 11, pag. 107–119;

[12]. Shitanda D., Nishiyama Y., Koide S. (2002) - *Compressive strength properties of rough rice considering variation of contact area*, Journal of Food Engineering 53, pag. 53–58.

INVESTIGATION OF THE RADIUS OF BENDING FOR FLEXIBLE SCREW SECTIONAL CONVEYER

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІУСА ЗГИНУ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА З СЕКЦІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Gevko I.B., Lyashuk O.L., Rogatinska L.R., Zolotuy R.Z., Lyubachivskyy R.O.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil / Ukraine

E-mail: Oleg-lashyk@rambler.ru

Abstract: Method of calculation radius of bending for the flexible screw sectional conveyer was presented. Analytical dependencies for finding maximal turning radius in order to provide the reliable operation of the mechanism were defined. The stand construction for investigation of the angle of twist of the sectional operating members was developed. The effect of different construction parameters (section length, diameter) on their operating life characteristics as well as the comparative testing of different types screw operating members (SOM) samples, were found. The method of the construction production effectiveness testing of the flexible screw conveyer sections operating members, which provides the minimal radius of bending of the transporting routes, was presented.

Key words: screw operating member (SOM), transportation, minimum radius of bending, angle of twist

INTRODUCTION

In modern agricultural mechanical engineering, elevating-transporting and other vehicles screw transporting-technological systems (STTS), the principle operating members of which are flexible screw mechanisms, are of great importance, high requirement being those for the reliability and durability of these mechanisms operation, providing high engineering-economic indices and low expenditures for operation and maintenance of the agricultural machine. Determination of the acceptable and maximal, from the point of view of the mechanism operation reliability in whole, radia of the operating member bending is of importance while using flexible screw conveyer sectional operating member.

The objective of the work is to develop the method for finding the radius of bending for the sectional operating member in order to provide its operational and technological parameters.

In many works develop main principles of construction and modeling screw conveyors, such as P. W. Cleary, Hu G., Zareiforoush. [1-4]. The papers by A.M. Grygoriev, S.M. Mykhailov, K.D. Vaschagin, B.M. Gevko, R.M. Rogatynsky, O. O.Trufanov, H. German, M.I. Pylypets, etc., are devoted to the theoretical interpreting of the flexible screw transshipment mechanisms operation, methods of calculation of their basic parameters, development of advanced constructions of such means of bulk materials mechanized transporting along the curved routes. In other works authors [5-11].

Analysis of key principles in the design of flexible screw conveyers (FSC) testifies that the single point of view on the essence of the phenomena observed during operation of such means of mechanization is not available. Special attention in the analysis of the previous investigations is paid to those papers, in which the problem of the choose of operating members parameters and the processes of transporting grain, granular fertilizers, etc., are analysed, as the problem of the bulk materials damage has not been studied enough yet.

MATERIAL AND METHOD

Stand for investigation of the STTS sectional

Резюме: Наведено методику розрахунку радіуса згину гнучкого гвинтового конвеєра з секційними елемента. Виведено аналітичні залежності для визначення оптимального значення радіуса повороту з метою забезпечення надійної роботи механізму. Розроблена конструкція стенд для дослідження кута закручування секційних робочих органів і встановлено вплив різних конструктивних параметрів (довжина секції, діаметр) на їх ресурсні характеристики, а також порівняльні випробування різних типів дослідних зрізів ГРО. Наведена методику відпрацювання робочих органів гнучких гвинтових секцій конвеєрів на технологічність конструкції, яка забезпечує мінімальний радіус згину траси транспортування.

Key words: гвинтовий робочий орган, транспортування, мінімальний радіус згину, кут закручування

ПЕРЕДУМОВА

В сучасному сільськогосподарському машинобудуванні, піднімально-транспортних та інших машинах значне місце займають гвинтові транспортно-технологічні системи (ГТТС), в яких основними робочими органами є гнучкі шнекові механізми. При цьому високі вимоги ставляться до надійності та довговічності роботи даних механізмів поряд із забезпеченням високих техніко-економічних показників та низьких витрат на експлуатацію та ремонт сільськогосподарської машини. При використанні гнучких гвинтових конвеєрів з секційним робочим органом важливим є визначення допустимих та оптимальних, з точки зору надійності роботи механізму в цілому, радіусів згину робочого органу.

Метою роботи є розроблення методики визначення радіуса згину секційного робочого органу з умовою забезпечення його експлуатаційні та технологічні параметри.

В багатьох роботах розглядаються основні принципи конструювання та моделювання гвинтових конвеєрів, а саме П.В. Клері, Г. Хью, Г. Зарейфорус [1-4]. У роботах П.А. Преображенського, А.М. Григорьева, С.М. Михайлова, К.Д. Вацагіна, Б.М. Гевка, Р.М. Рогатинського, О.О. Труфанова, Х. Германа, М.І. Пилипця та інші присвячені теоретичному обґрунтуванню процесу роботи гнучких гвинтових переважувальних механізмів, методик розрахунку їх базових параметрів, розробки прогресивних конструкцій таких засобів механізованого транспортування сипких матеріалів по криволінійних трасах. У роботах інших авторів [5-11].

Аналіз основних положень у проектуванні гнучких гвинтових конвеєрів (ГГК) свідчить про відсутність однозначного погляду різних авторів на суть явищ, що спостерігаються під час роботи таких засобів механізації. В аналізі відомих досліджень особливу увагу звернуто на ті літературні джерела, які висвітлюють питання вибору параметрів робочих органів і процесів транспортування зернових, гранульованих мінеральних добрив та інших матеріалів, оскільки проблема пошкодження сипких вантажів на теперішній час залишається відкритою.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА

Стенд для дослідження кута закручування секційних

operating members angle of twist is presented in Fig. 1. It consists of the body 1, to which the stick 2 is mounted rigidly and on which operating member 3 is fixed, which is freely set in the U-shaped box. The box is fixed on the base 5 with supporting elements 6. Free end of the sectional operating member is inserted into the holder hole 7, on the right end of which the nonius scale is made. In order to investigate different length operating members the holder is located on the guides, which make possible to change its position. On the free end of the operating member, which overhands from the holder hole, the bush with the arrow 10, which has the ability of angle displacement while screw tightening, and calibrated level 12, the size of which is determined by the loading capacity of the operating member, is fixed rigidly.

робочих органів ГТС зображено на рис.1. Він складається з корпусу 1, до якого жорстко прикріплено стійку 2, на якому закріплюється робочий орган 3, який вільно встановлений в U-подібному коробі 4. Короб кріпиться на підставці 5 з опорними елементами 6, а вільний кінець секційного робочого органу встановлюється в отвір штативу 7, на якому з правого торця виконана ноніусна шкала 9 з поділками. З метою дослідження робочих органів різної довжини штатив розміщений у направляючих, що дозволяють змінювати його положення. На вільний кінець робочого органу, який виступає з отвору штативу, жорстко встановлюють втулку зі стрілкою 10, що має можливість кутового переміщення при закручуванні шнека, а також тарувальний важіль 12, величина якого визначається навантажувальною здатністю робочого органу.

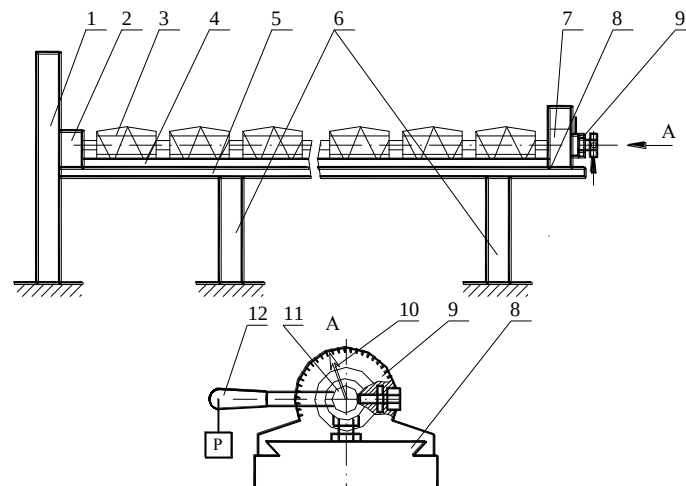


Fig. 1 – Stand for investigation of the sectional operating members angle of twist /
Стенд для дослідження кута закручування секційних робочих органів.

Rigidity of the screw operating member as well as the SOM sectional elements wear is found according to the angle of twist value.

To find the screw spirals torsion rigidity, the curvature radius effect on the spirals operation reliability, to determine the most dangerous areas in the SOM constructions elements under overloading, experimental stand presented in Fig. 2 was used. It is designed for static, dynamic and operating life testing and comparative estimation of different construction parameters operating member's structures. The stand consists of the frame 7, on which the generator 1 (d.c. engine 4ПФ112LB504) is mounted on the turning plate 3, which is bolted by the screw joints 2 and 4 to the guiding channel 6. The guiding channel is fixed to the frame 7 and its fitting in the given position is provided by the bolt joint 5. Besides, the stand is provided with the three-phase induction asynchronous motor 10 (AIP90L4Y3), which is mounted on the displaceable plate. Investigated SOM 8 is fixed on the motor output shafts 1 and 10 by means of either the flanged joints or the flanged joints and the safety clutch 9.

За величиною кута закручування визначають жорсткість гвинтового робочого органу та величину зносу елементів секцій ГРО.

З метою визначення крутильної жорсткості гвинтових спіралей, впливу радіуса кривини на надійність роботи спіралей, виявлення найбільш небезпечних зон в конструкціях елементів ГРО при перевантаженнях, використовувався експериментальний стенд, який зображено на рис. 2. Він призначений для статичних, динамічних і ресурсних випробувань та порівняльної оцінки конструкцій робочих органів з різними конструктивними параметрами. Стенд складається з рами 7, на якій закріплений генератор 1 (двигун постійного струму 4ПФ112LB504) на поворотній плиті 3, яка за допомогою пари болтових з'єднань 2 і 4 кріпиться до направляючого швелера 6. Направляючий швелер закріплений до рами 7, а його фіксація в заданому положенні забезпечується болтовим з'єднанням 5. Також стенд містить трифазний асинхронний електродвигун (AIP90L4Y3) 10, який закріплено на пересувній плиті. Досліджуваний гвинтовий робочий орган 8 за допомогою фланцевих з'єднань і запобіжної муфти 9 встановлений на вихідних валах електродвигунів 1 і 10.

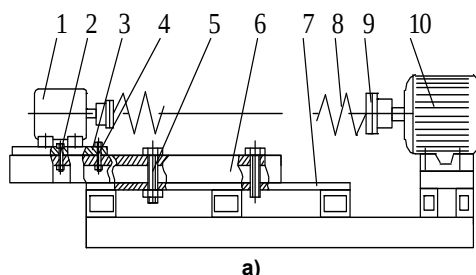


Fig. 2 - Stand for investigations of the screw spirals torsion rigidity / Стенд для дослідження крутильної жорсткості гвинтових спіралей

a) scheme / схема; b) general view / загальний вигляд

Investigations of the screw spirals torsion rigidity, taking advantage of this stand, are carried out as follows. The investigated object 8 is placed on the generator 1 and motor 10 shafts and the necessary spiral curvature radius is set with the help of the displaceable plate. As the motor can be displaced in the longitudinal and transversal directions different length and configuration spirals can be tested on this stand. Then is run follows PC connection to the power supply source (Fig. 2) and software PowerSuit for tuning of Altivar 7.1 series transformers frequency. Frequency of the motor rotation was controlled automatically from 0 till 1460 rev/min. Besides, smooth and sharp starting and reversing were performed, if needed. The generator (d.c. motor 4ПФ112LB504) worked as the brake, which was operating with the separate excitation to make the required loading on the investigated object possible. That is why the current comes from the stabilize to the (laboratory automatic transformer), where its regulation (U-const) to the required value ($I=0.4A$) is carried out and then through the rectifier (diode bridge) it is transferred to the generator stator excitation winding. Accordingly the excitation winding current changes the generator loading current (resultant generator magnetic field) and, thus, the generator consumption power is changed. Exact data on the rotation frequency on the motor shaft (error within $\pm 1.5\%$) is recorded, taking advantage of the motor shaft rotation frequency meter (E40S6-10Z4-6L-5), which is connected to the motor rotor.

Since operation characteristics of any elevator flexible operating member are determined by the radius of its bending, this parameter specifies the level of the production effectiveness of such transporting member. The value of the radius of bending is to be known while their designing for the loads transporting along the curvilinear routes, the designer being able to provide required technological capabilities of the device and purposefulness of its application. To find this parameter one should follow the calculation scheme presented in Fig. 3.

The value of bending of the screw operating member under absolute rigidity according to the required linear sizes is equal to its general linear length. According to the calculation scheme the relation between the bending length and the screw element radius is:

Дослідження крутильної жорсткості гвинтових спіралей з використанням стенду проводяться наступним чином. Дослідний об'єкт 8 поміщають на валах генератора 1 і електродвигуна 10 і за допомогою пересувної плити здійснюють необхідне встановлення радіусу кривизни спіралі. У зв'язку із можливістю значного зміщення електродвигуна у поперечному та повздовжньому напрямі на даному стенді можна випробовувати спіралі різноманітної довжини і конфігурацій. Далі проводиться підключення до електромережі ПК (рис.2) та запускається програма PowerSuite для налаштування перетворювачів частоти серії Altivar 7.1. Частота обертання електродвигуна регулювалась в автоматизованому режимі від 0 до 1460 об/хв. Також при потребі використовувались плавні і різкі пуски та реверсування. Генератор (двигун постійного струму 4ПФ112LB504) виконував роботу гальма, який працював з незалежним збудженням для можливості створення необхідного навантаження на дослідному об'єкті. Тому із стабілізатора струм поступає на ЛАТР, де проводиться його регулювання (U-const) до необхідної величини ($I = 0.4A$), а далі через випрямляч (діодний міст) подається на обмотку збудження статора генератора. Відповідно струмом обмотки збудження змінюється струм навантаження генератора (результуюче магнітне поле генератора) і, тим самим, змінюється споживана потужність генератора. Точні дані про частоту обертання на валу двигуна (похибка у межах $\pm 1,5\%$) фіксуються за допомогою датчика частоти обертання вала двигуна (E40S6-10Z4-6L-5), який підключено до ротора двигуна.

Оскільки експлуатаційні характеристики будь-якого гнучкого робочого органу транспортера визначаються його радіусом згину, то даний параметр визначає і рівень технологічності такого транспортуючого органу. Значення радіуса згину необхідне для того, щоб при їх проектуванні з криволінійними трасами переміщення вантажів, змішувачів, проєктант міг забезпечити відповідні технологічні можливості пристрою та й доцільність його застосування. Для визначення вище згаданого параметра звернемось до розрахункової схеми наведеної на рис. 3.

Величина згину гвинтового робочого елемента, за умови абсолютної жорсткості по відповідних лінійних розмірах, рівна його загальній лінійній довжині. Згідно розрахункової схеми співвідношення між довжиною згину і радіусом гвинтового елемента:

$$l_{bend} = \frac{2\alpha \cdot \pi R_{bend}}{180^\circ} \quad (1)$$

Радіус згину можна виразити через відстань між кінцями вигнутого робочого органу пристрою параметром L. Згідно розрахункової схеми радіус згину рівний [9]:

$$R_{bend} = \frac{L}{2 \cdot \sin \alpha}, \quad (2)$$

де L – лінійна відстань між кінцями гвинтового елемента; α – кут згину кут згину секцій гвинтового елемента.

The radius of bending can be expressed by the distance between the device bended operating member ends due to L parameter. According to the calculation scheme the radius of bending equals [9]:

where L – linear distance between the screw elements ends; α – angle of bending of the screw element sections.

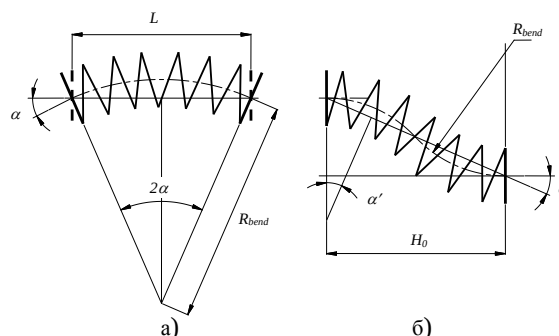


Fig. 3 - Calculation scheme for finding the radius of bending for the elevator flexible screw member / Розрахункова схема для визначення радіуса згину гнучкого гвинтового елемента транспортера:

a) bending rout along the radius / *згинна траса по радіусу*; b) bending rout along the curve / *згинна траса по кривій*

Having substituted the values of equality (2) in the dependence (1), the value of the elevator screw operating member bending length will be obtained:

$$l_{bend} = \frac{\pi L \alpha}{180^\circ \sin \alpha} = \frac{\alpha \cdot L}{\sin \alpha}. \quad (3)$$

In the case of two bending paths, the radius of bending is worthy being determined from the dependence:

$$R_{x.p} = \frac{L \cdot \sin \alpha}{4 \cdot \cos \alpha} = 0,25 \cdot L \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

The length of bending (linear length of the screw operating member) is found from the dependence:

У випадку двох траєкторій вигину (рис. 3 б), радіус згину доцільно визначати з залежності:

$$l_{bend} = 0,5L \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \pi \cdot 2\alpha. \quad (5)$$

However, such important parameter as the angle of bending of the elevator sections α is still unknown. To find this parameter and the dependence of the angle of bending of the flexible screw operating member on the other structural parameters, one should take advantage of the calculation scheme presented in Fig. 4. Thus, to find the analytical dependencies, which are used to calculate the angle of bending of one section relatively the other one, we should consider Δabc , according to which [9]:

Проте залишається невідомим такий важливий параметр, як кут згину секцій транспортера α . Для встановлення даного параметра, а також залежності радіуса згину гнучкого гвинтового робочого органу транспортера від інших конструктивних параметрів, звернемося до розрахункової схеми, представленої на рис. 4. Так, для встановлення аналітичних залежностей, які використовуються для розрахунку кута згину секцій однієї відносно другої, розглянемо Δabc , згідно якого [9]:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{cb}{ac} = \frac{D_B - d_B - 2s}{B}, \quad (6)$$

where: D_B – outside diameter of the elevator sections bushes;
 d_B – diameter of the joint rolls,
 s – thickness of bushes
 B – width of bushes.

де D_B – зовнішній діаметр втулок секцій транспортера;
 d_B – діаметр з'єднуючих валиків;
 s – товщина втулок;
 B – ширина втулок.

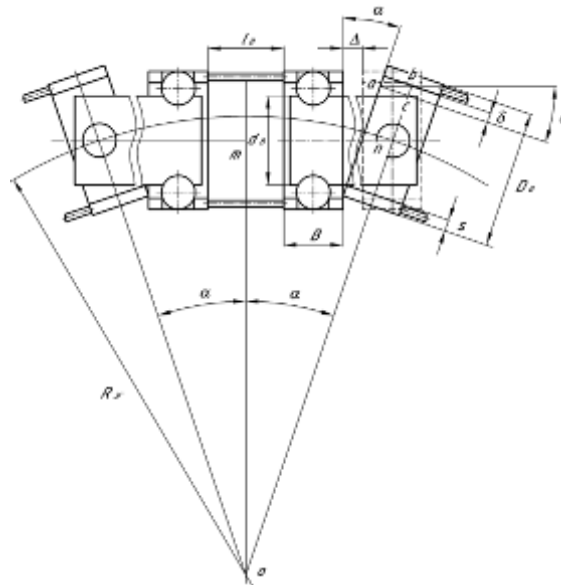


Fig. 4 - Calculation scheme for finding the minimal radius of bending for the screw sectional operating members elevator / *Розрахункова схема для визначення мінімального радіуса згину транспортера з гвинтовими секційними робочими елементами*

To find the angle of bending let us consider Δomn . According to the calculation scheme, presented in Fig. 4, the radius of bending R_{bend} will equal:

Для визначення радіуса згину розглянемо Δomn . Згідно розрахункової схеми, представленої на рис. 4 радіус згину $R_{ЗГ}$ буде рівний:

$$R_{bend} = on = \frac{mn}{\sin \alpha}. \quad (7)$$

According to the calculation scheme the value mn equals:

Згідно розрахункової схеми величина mn рівна:

$$mn = l_B / 2 + B + \Delta + B / 2, \quad (8)$$

where l_B – distance between the bushes in one section;
 Δ – gap between the adjacent sections.

де l_B – відстані між втулками в одній секції;
 Δ – зазор між сусідніми секціями.

Taking into account equations (6) and (8), the dependence (7), which determines the minimal radius of bending of the sectional elements elevator operating members, will look like:

$$R_{bend} = \frac{1,5B + l_B + \Delta}{2 \sin \left(\arctg \left(\frac{D_B - d_B - 2s}{B} \right) \right)} \quad (9)$$

RESULTS AND DISCUSSION

Special stand equipment was used for the operating life testing of the strain-strength characteristics of the flexible sectional SOM (Fig. 2). At the beginning of the operating life testing measuring of the angle twist of the sectional SOM with the hinged joint (Fig 9, a) and safety joint (Fig. 9, b) on the stand for testing the angle of twisting of sectional SOM were carried out. The next stage was operating life testing (under loading) on the stand for investigation of the strain-strength characteristics of the screw spirals (Fig. 6). After preliminary found equal periods of time (10 hours) repeated measuring of the angle of twisting of the sectional SOM on the stand were carried out to investigate the angle of twisting of sectional SOM. In Fig. 5 graphic dependencies of the radius of bending value change of the screw conveyor on the construction parameters of the sectional elements, are presented.

РЕЗУЛЬТАТИ

Для дослідження деформаційно-силових характеристик гнучких секційних ГРО при випробуванні на ресурс використовувалось спеціальне стендове обладнання (рис.2). На початку ресурсних випробувань проводились заміри кута закручування секційних ГРО з шарнірним з'єднанням (рис. 9.а) та запобіжним з'єднанням (рис. 9.б) на стенді для дослідження кута закручування секційних ГРО. Наступним етапом було проведення ресурсних випробувань (під навантаженням) на стенді для дослідження деформаційно-силових характеристик гвинтових спіралей (рис. 6). Після наперед встановлених рівних проміжків часу (10 год.) проводились повторні заміри кута закручування секційних ГРО на стенді для дослідження кута закручування секційних ГРО. На рис.5 наведено графічні залежності зміни величини радіуса згину гвинтового конвеєра від конструктивних параметрів секційних елементів.

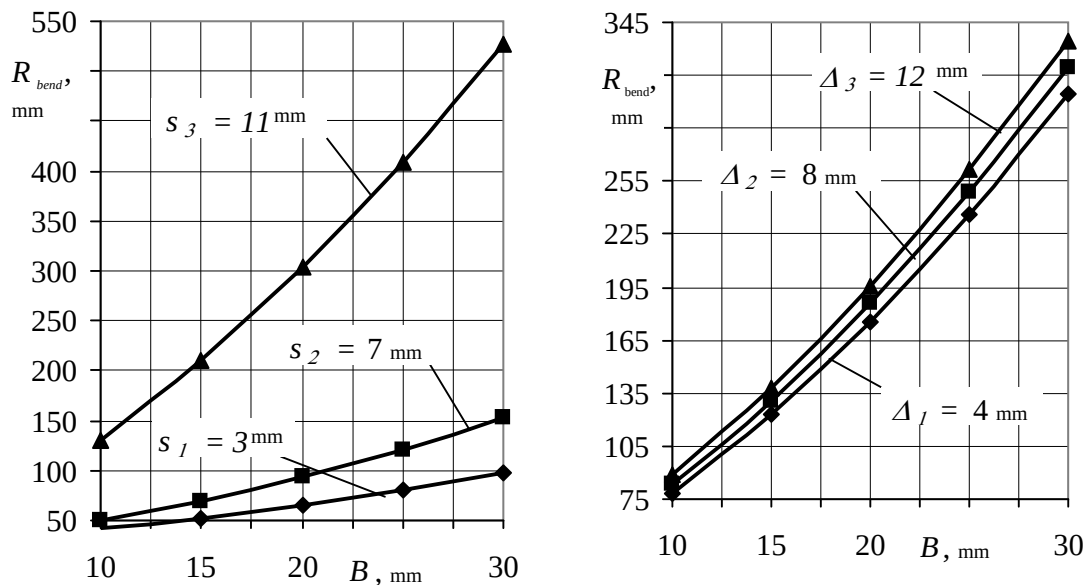


Fig. 5 - Graphical dependencies of the radius of bending value change of the screw conveyor on the construction parameters of the sectional elements / Графічні залежності зміни величини радіуса згину гвинтового конвеєра від конструктивних параметрів секційних елементів

According to the embodiment of the working body of the ratio between the angular velocities master and slave sections for a full rotation will be:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\cos(\arctg((D_B - d_B - 2s)/B))}{1 - \sin^2((D_B - d_B - 2s)/B)} \quad (10)$$

Analyzing the obtained graphical dependencies (Fig. 5) of the flexible screw conveyor radius of bending change on the construction parameters of the operating members sections, one can conclude, that the thickness of the bush S together with the width of the bushes B is of sufficient affect on this value. Thus, when the value S is increased within 3..11 mm and B equals 10; 15; 20; 25; 30 mm under constant value $D_B=60\text{mm}$; $d_B=45\text{mm}$; $l_B=50\text{mm}$; $\Delta=10\text{mm}$, the radius of curvature increases within 41,4...125,5 mm and 95,1...531,6 mm, that is, in 3,2...5,8 times. Thus, sufficient limitation of the device technological capabilities

Відповідно до конструктивного виконання робочого органу співвідношення між кутовими швидкостями ведучої і веденої секцій за повний оберт складатиме:

Аналізуючи отримані графічні залежності (рис. 5) зміни радіуса згину гнучкого гвинтового конвеєра від конструктивних параметрів секцій робочих елементів, можна зробити висновок, що визначальний вплив на дану величину має товщина втулки s у поєднанні з шириною втулок B. Так при збільшенні значення s в межах 3..11 мм і B = 10; 15; 20; 25; 30 мм при постійних значеннях $D_B = 60\text{ мм}$; $d_B = 45\text{ мм}$; $l_B = 50\text{ мм}$; $\Delta = 10\text{ мм}$ відбувається збільшення радіуса вигину в межах 41,4...125,5 мм і 95,1...531,6 мм або ж у 3,2..5,8 рази. Тобто, відбувається значне обмеження технологічних можливостей пристрою, оскільки радіус згину

occurs, as the radius of bending must be minimal. Under similar data of these construction parameters, but while changing the gap size between the adjacent sections Δ within 4...12 mm, the radius of bending varies within 76,3..314,1; 90,4..336,5 mm. According to the investigations the device with the less width of the bush sections will be more production effective, as under similar productivity and operating life time of operation will take less manufacturing areas.

As the result of the carried out investigations it was found, that the angle of twist for the sectional SOM with the hinged and safety joints (SOM length $L=2$ m) did not exceed 90° . Before the operating life testing the angle of twist for the investigated sectional SOM did not exceed 3,20. At the initial stage of the operating life testing (after 10 hours of operation) the angle of twist for both sectional SOM has increased sharply, which can be caused by the wearing out of some screw construction elements. Further its increase was slowed down and stabilization was observed.

In Fig. 6 dependencies of the sectional SOM angle of twist on the operating time are presented (turn diameter – 96 mm, section length – 130 mm, SOM length – 2 m, loading on SOM – 12 Hm, frequency of rotation – 426 rev/min under radius of bending – $R_{\text{bend}} = \min$ and under the straight SOM – $R_{\text{bend}} = 0$).

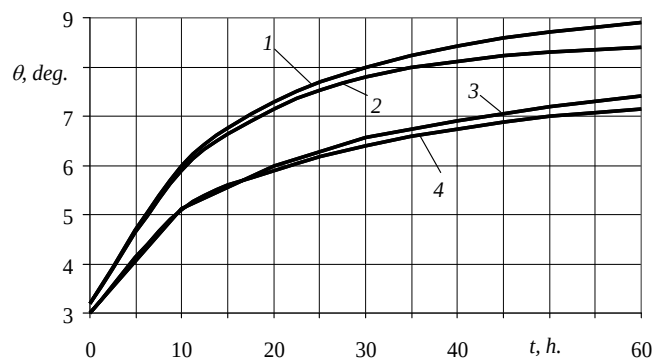


Fig. 6 - Dependence of the sectional SOM angle of twist on the operating time /

Залежність кута закручування секційних ГРО від часу експлуатації:

1 – with the hinged joint under $R_{\text{bend}} = \min$ / з шарнірним з'єднанням при $R_{\text{зе}} = \min$; 2 – with the safety joint under $R_{\text{bend}} = \min$ / з запобіжним з'єднанням при $R_{\text{зе}} = \min$; 3 – with the hinged joint under $R_{\text{bend}} = 0$ / з шарнірним з'єднанням при $R_{\text{зе}} = 0$; 4 – with the safety joint under $R_{\text{bend}} = 0$ / з запобіжним з'єднанням при $R_{\text{зе}} = 0$

Angular acceleration of the master section for a uniform rotation of the slave unit is expressed by relation:

$$\beta_2 = \omega_1^2 \frac{\sin^2(\arctg \frac{D_B - d_B - 2s}{B}) \cos(\arctg \frac{D_B - d_B - 2s}{B}) \sin 2\alpha}{(1 - \sin^2(\frac{D_B - d_B - 2s}{B}) \sin^2 \alpha)^2} \quad (11)$$

Accordingly, coefficient of irregularity rotation of the slave section:

$$k = \tg(\arctg(\frac{D_B - d_B - 2s}{B})) \sin(\arctg(\frac{D_B - d_B - 2s}{B})) \quad (12)$$

Torque at an intermediate section is determined from the relationship:

$$T_{n.c.} = T \sqrt{1 + \tg^2(\arctg(\frac{D_B - d_B - 2s}{B})) \cos^2 \alpha} \quad (13)$$

where T – torque that acts on slave section.

As a result was built graphical dependence (Fig. 7, Fig. 8) in analysis of which we can conclude that they are close to the straight line of law distribution.

повинен бути мінімальним. При аналогічних значеннях даних конструктивних параметрів, але при зміні величини зазору між сусідніми секціями Δ в межах 4...12 мм коливання числового значення радіуса згину знаходиться в межах 76,3..314,1; 90,4..336,5 мм. Згідно досліджень, більш технологічним буде пристрій з меншою шириною втулок секцій, оскільки при однакових показниках продуктивності та ресурсу напрацювання буде потребувати під час експлуатації менших виробничих площ.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що кут закручування для секційних ГРО з шарнірним та запобіжним з'єднанням (довжина ГРО $L = 2$ м) не перевищував 90. Перед початком проведення ресурсних випробувань кут закручування для досліджуваних секційних ГРО не перевищував 3,20. На початковій стадії ресурсних випробувань (після 10 годин експлуатації) кут закручування для обох секційних ГРО різко зростає, що можна пояснити притиранням окремих елементів конструкцій шнеків, а далі спостерігалось уповільнення його росту і стабілізація.

На рис. 6 представлені залежності кута закручування секційних ГРО від часу експлуатації (діаметр витка – 96 мм; довжина секції – 130 мм; довжина ГРО – 2 м; навантаження на ГРО – 12 Нм; частота обертання – 426 об/хв при радіусі згину – $R_{\text{зг}} = \min$ та при прямому ГРО – $R_{\text{зг}} = 0$).

Кутове прискорення ведучої секції при рівномірному обертанні веденої ланки виражається залежністю:

Відповідно коефіцієнт нерівномірності обертання веденої секції:

Крутий момент на проміжній секції визначають з залежності:

де T – момент, що діє на ведучу секцію.

За результатами побудовано графічні залежності (рис.7, рис. 8) з аналізу яких можна зробити висновок, що вони наближаються до прямолінійного закону розподілу.

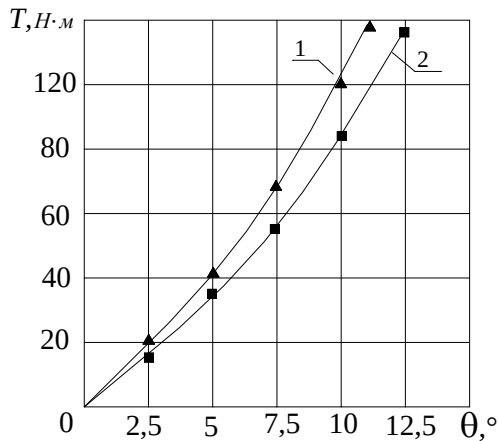


Fig. 7 - The dependence of the torque T from the angle of twisting θ working unit for one section: 1 - $l = 100$ mm, 2 - $l = 130$ mm /
Залежність крутного моменту T від кута закручування θ робочого органу для однієї секції: 1 - $l = 100$ мм, 2 - $l = 130$ мм

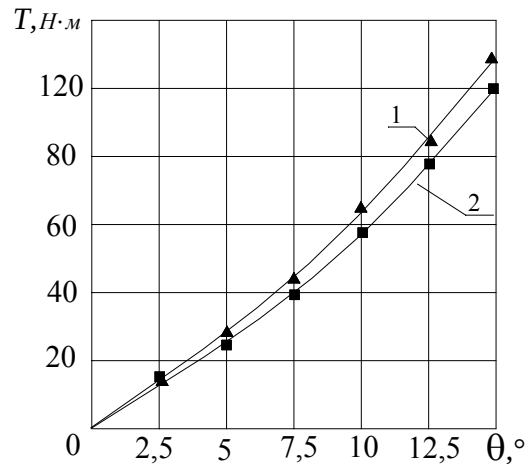


Fig. 8 - The dependence of the torque T from the angle of twisting θ working unit for two section: 1 - $l = 100$ mm, 2 - $l = 130$ mm /
Залежність крутного моменту T від кута закручування θ робочого органу для двох секцій: 1 - $l = 100$ мм, 2 - $l = 130$ мм

As seen from (Fig. 7 and Fig. 8.) that the increase the length of the section naturally leads to a proportional increase in the maximum angle of twist and hinge joint almost have no effect on the amount of strain, as its stiffness is much higher than the stiffness of the section. Found that maximum torque $T_{\max}$ that results to a breakdown the section of working unit is much larger than the torque required for handling bulk cargo by designed working unit at maximum working height of handling and minimal radius of curvature of pipeline.

Basing on the presented calculations screw sectional elements operating members were designed and manufactured, which are presented in Fig. 9. The results of the carried out investigations testify that the period of running-in in the idle regime of the sectional SOM must be carried out in order to provide the fitting of some construction elements, which should be followed by the maintenance inspection.

The developed models of the sectional elements screw elevator operating member can be widely applied in the food processing branches of industry, agriculture, as well as in technological processes of mechanized loading of mineral fertilizers, seeds and grains due to the improved technological capabilities while decreasing the radius of its bending and raising reliability as the result of the improved construction.

Як видно з (рис. 7 і рис. 8.) , що при збільшенні довжини секції природньо веде до пропорційного збільшення максимального кута закручування, а шарнірне з'єднання практично не впливає на величину деформації, так як його жорсткість набагато вища від жорсткості самої секції.. Встановлено, що максимальний крутний момент $T_{\max}$, який призводить до зламу секції робочого органу значно більший ніж крутний момент, необхідний для перевантаження сипких вантажів розробленим робочим органом при максимальній висоті перевантаження та мінімальному радіусі кривини магістралі.

На основі вище наведених розрахунків спроектовано та виготовлено гвинтові робочі органи з секційними елементами, які зображено на рис.9. Результати проведених випробувань свідчать, що для секційних ГРО необхідно проводити цикл обкатки у холостому режимі з метою забезпечення притирання окремих елементів їх конструкцій, а також після цього проводити технічний огляд.

Розроблені моделі гвинтового робочого органу транспортера з секційними елементами може мати широке використання у галузях харчової та переробної промисловостей, сільського господарства, а також у технологічних процесах механізованого завантаження мінеральних добрив, насінного матеріалу та зібраних зернових культур завдяки розширеним технологічним можливостям за рахунок зменшення радіуса його згину і підвищеній надійності завдяки вдосконаленій конструкції.



a)



b)



Fig. 9 - Sectional screw operating members with / Секційні гвинтові робочі органи з: а) hinged joints / шарнірним з'єднанням; б) safety joints / запобіжним з'єднанням

CONCLUSIONS

1. Construction stand for investigation of the sectional operating members angle of twist has been developed. Dangerous radii of the spiral curvature and critical loadings, which cause the SOM fracture, have been found. The effect of different construction parameters (section length and diameter) on their operating life characteristics, has been determined. Comparative testing of different types SOM samples, have been carried out.
2. Basing on the carried out investigations analytical dependencies for finding the radius of bending of the sectional flexible screw conveyor, depending on the sections construction parameters, have been derived.
3. Graphical dependencies of the change of radius of bending value of the sectional operating member on the sectional elements construction parameters have been found. The change of the minimal radius bending is affected by the turn thickness comparatively with its width, the angle of bending for the sectional SOM with hinged and safety joints (SOM length = 2m) does not exceed 90°.

REFERENCES

- [1]. Owen, P.J. and Cleary, P.W. (2009) - "Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM)", Powder Technology, 193(3), P. 274-288.;
- [2]. J. W Fernandez, P. W. Cleary, W. Bride. (2009) - "Effect of screw design on hopper draw down by a horizontal screw feeder", Seventh international conference on CFD in the minerals and process industries CSIRO, Melbourne, Australia 9-11 December.;
- [3]. Hu G., Chen J., Jian B., Wan H. Liu L. (2010) - Modeling and simulation of transportation system of screw conveyors by the discrete element method. International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering, MACE2010, Article number 5536244, P. 927-930;
- [4]. Zareiforoush, H., Komarizadeh, M.H., Alizadeh, M.R. (2010) - Effect of crop-screw parameters on rough rice grain damage in handling with a horizontal screw conveyor. Journal of Food, Agriculture and Environment Volume 8, Issue 3-4 PART 1, July, P. 494-499.
- [5]. Hrigoriev A.M. (1972) - Screw conveyers. Mashynostrojenije, - 286p., Moscow;
- [6]. Gevko B.M. co-authors. (1993) - Mechanisms with screw devices. High school, - 205 p., Lviv;
- [7]. Gevko B.M. Rohatynsky R.M. (1989) - Screw feeding mechanisms of agricultural machines. High school, 175p., Lviv;
- [8]. Gevko I.B. (2008) - Screw transporting-technological mechanisms. Calculation and designing. TNTU, - 307 p., Ternopil;
- [9]. Gevko B.M., Lyashuk O.L., Nevko I.B., Drahan A.P., Novosad I.Y. (2008) - Technological bases of special profile screw parts shaping. SMP "Tajp", 367p., Ternopil;
- [10]. Leschuk R.J. (2003) - Interpreting of design-power parameters of the sectional screw mechanisms operating members. Dissertation for the scientific degree of Candidate of sciences (engineering), 19p., Lviv;
- [11]. Gevko I.B., Komar R.B., Leschuk R.Y., Novosad I.Y. (2005) - Patent №18401. Ukraine. Screw operating member of juice-extruder. Digest №7, 4p.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена конструкція стенд для дослідження кута закручування секційних робочих органів і в процесі досліджень на даному стенді виявляли небезпечні радіуси кривизни спіралей і критичні навантаження, які спричиняють руйнування ГРО, встановлювали вплив різних конструктивних параметрів (довжина секції, діаметр) на їх ресурсні характеристики, а також проводили порівняльні випробування різних типів дослідних взірців ГРО.
2. На основі приведених досліджень виведено аналітичні залежності для визначення радіуса згину секційного гнучкого гвинтового конвеєра в залежності від конструктивних параметрів секцій.
3. Встановлено графічні залежності зміни величини радіуса згину гвинтового секційного робочого органу від конструктивних параметрів секційних елементів. На зміну мінімального радіуса згину впливає товщина втулки в порівнянні з її шириною і кут закручування для секційних ГРО з шарнірним та запобіжним з'єднанням (довжина ГРО L = 2 м) не перевищував 90.

БІБЛІОГРАФІЯ

- [1]. Owen, P.J. and Cleary, P.W. (2009) - "Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM)", Powder Technology, 193(3), P. 274-288.;
- [2]. J. W Fernandez, P. W. Cleary, W. Bride. (2009) - "Effect of screw design on hopper draw down by a horizontal screw feeder", Seventh international conference on CFD in the minerals and process industries CSIRO, Melbourne, Australia 9-11 December.;
- [3]. Hu G., Chen J., Jian B., Wan H. Liu L. (2010) - Modeling and simulation of transportation system of screw conveyors by the discrete element method. International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering, MACE2010, Article number 5536244, P. 927-930;
- [4]. Zareiforoush, H., Komarizadeh, M.H., Alizadeh, M.R. (2010) - Effect of crop-screw parameters on rough rice grain damage in handling with a horizontal screw conveyor. Journal of Food, Agriculture and Environment Volume 8, Issue 3-4 PART 1, July, P. 494-499.
- [5]. Григорьев А.М. (1972) - Винтовые конвееры. Машиностроение., - 286 с., Москва;
- [6]. Гевко Б.М. та ін. (1993) - Механізми з гвинтовими пристроями. Вища школа, -205 с., Львів;
- [7]. Гевко Б.М., Рогатинский Р.М. (1989) - Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин. Выща школа, - 175 с., Львов;
- [8]. Гевко І.Б. (2008) - Гвинтові транспортно-технологічні механізми. Розрахунок і конструювання. ТДТУ ім. Івана Пулюя, - 307с., Тернопіль;
- [9]. Гевко Б.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Драган А.П., Новосад І.Я. (2008) - Технологічні основи формування спеціальних профільних гвинтових деталей - СМП "Тайп", 367с., Тернопіль;
- [10]. Лещук Р.Я. (2003) - Обґрунтування конструктивно-силових параметрів секційних робочих органів гвинтових механізмів. Автореф. Канд. Техн. Наук. -Львів, - 19 с.;
- [11]. Гевко І.Б., Комар Р.В., Лещук Р.Я., Новосад І.Я. (2005) - Патент №18401. Україна. Гвинтовий робочий орган соковитискача. Бюл. №7, - 4 с.

SECTION 3

RENEWABLE ENERGY AND ENVIRONMENT

CHOICE OF SUITABLE SITES FOR THE CONSTRUCTION OF BIOGAS PLANTS

ИЗБОР НА ПОДХОДЯЩИ ПЛОЩАДКИ ЗА ПОСТРОЯВАНЕ НА БИОГАЗОВИ
ИНСТАЛАЦИИ

Prof. PhD. Marinova S., Assist. Prof. Ph.D. Kolchakov V., Assist. Prof. Ph.D. Ivanov P.,
Assist. Prof. Ph.D. Petrova V., Assoc. Prof. Karadjova H.

Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov"
E-mail: svetla_mar@mail.bg

Abstract: Concentration of population and enhance the socio-economic development of society is related to the generation of large amounts of waste. Their accumulation adversely impacting the environment and creates risks of harm to human health. In many countries, sustainable waste management and fight for their reduction have an important share of public efforts to reduce overall pollution and mitigate global climate change. The shortage of electricity demands looking for new innovative renewable energies sources /RES /. Bulgaria has a great potential for using of biomass for biogas production, as required by EU demand for renewable energy. To build a biogas plant is necessary to follow a number of requirements related to the selection of a site for construction of the plant. The aim of the study is to select the most suitable site for the construction of a biogas plant. The site selection is based on four main steps, including the selection of favorable region according to the available biomass determination of an appropriate area within the selected region, identifying suitable location for the construction of the site and criterion account of the special specificities in the implementation of biogas projects and others.

Keywords: biogas plant, site, biomass

INTRODUCTION

Concentration of population and enhance the socio-economic development of society is related to the generation of large amounts of waste. Their accumulation adversely impacting the environment and creates risks to harm human health.

In many countries, sustainable waste management and fight for their reduction have an important share of public efforts to reduce overall pollution and mitigate global climate change [1, 5].

The shortage of electricity demands looking for new innovative renewable energies sources /RES /.

Development of infrastructure for production of energy from renewable sources including their integration in the transmission system is closely related to the obligations of our country has made in the negotiation process for EU membership [6].

Bulgaria has a great potential for making and use of biomass for biogas production.

National program to encourage the use of renewable energy classified biomass according to its origin in the following categories – waste, unused biomass and energy crops [2, 3].

Абстракт: Концентрацията на населението и повишаване на социално-икономическото развитие на обществото, е свързано с генериране на големи количества отпадъци. Тяхното натрупване оказва негативно въздействие върху компонентите на околната среда и поражда рискове за увреждане на човешкото здраве. В редица страни, устойчивото управление на отпадъците, както и борбата за тяхното редуциране заемат важен дял от обществените усилия за намаляване на общото замърсяване и за смекчаване на глобалните промени на климата. Недостигът на електр енергия налага търсене на нови, възобновяеми енергийни източници /ВЕИ/. България има голям потенциал за използване на биомасата за производство на биогаз, съгласно изискванията на ЕС за търсене на ВЕИ. За изграждане на биогазова инсталация е необходимо да се спазват редица изисквания, свързани с избора на площадка за построяване на инсталацията. Целта на изследването е да се избере най-подходяща площадка за изграждане на биогазова инсталация. Изборът на площадка се основава на четири основни стъпки, включващи избор на благоприятен регион според наличната биомаса, определяне на подходяща околност в рамките на избрания регион, идентифициране на подходящо местоположение за изграждане на площадката и критерий, съобразяване с някои специфични особености при реализацията на биогазов проект и др.

Ключови думи: биогазова инсталация, площадка, биомаса

ВЪВЕДЕНИЕ

Избор на подходящи площадки за построяване на биогазови инсталации: Концентрацията на населението и повишаване на социално-икономическото развитие на обществото, е свързано с генериране на големи количества отпадъци. Тяхното натрупване оказва негативно въздействие върху компонентите на околната среда и поражда рискове за увреждане на човешкото здраве.

В редица страни, устойчивото управление на отпадъците, както и борбата за тяхното редуциране заемат важен дял от обществените усилия за намаляване на общото замърсяване и за смекчаване на глобалните промени на климата [1, 5].

Недостигът на електр енергия налага търсене на нови, възобновяеми енергийни източници /ВЕИ/.

Изграждането на инфраструктура за производство на енергия от ВЕИ включително тяхното интегриране в преносната мрежа, е тясно свързано със задълженията на страната ни, поети по време на преговорния процес за членство в ЕС [6].

България има голям потенциал за производство и използване на биомасата за производство на биогаз.

Националната програма за насърчаване използването на възобновяеми енергийни източници класифицира биомасата според нейния произход в следните основни категории – отпадъци, неизползвана биомаса и енергийни култури [2, 3].

STEPS AND REQUIREMENTS TO BUILD A BIOGAS PLANT

To build a biogas plant is necessary to follow a number of requirements related to site selection.

In order to choose the most suitable sites has to be evaluated:

- Available biomass (conventional and unconventional);
- The area in terms of energy resources, logistics, etc.
- The organizational structure of the district.

The site selection is based on four major steps shown in Figure 1.

Step 1: Select a favourable region according to the availability of biomass

Conducting a survey to establish the potential of biomass, this clearly defines the amount of material suitable for the development of biogas projects [4].

During the first step are chosen favorable biogas regions. These regions are determined based on the amount of available biodegradable materials.

Since the energy content of the biomass per unit volume is low and the quantities of raw material are high, from an economic and energetic point of view is not effective liquid agricultural materials to be transported more than 5 km, and energy crops - more than 15 km away. Therefore, the installation for biogas production should be positioned at distance less than 15 km from biomass source. This also applies to the processed biomass (digestate), which is usually used to improve soil quality.

Step 2: Identify the appropriate area in framework of selected region

The second step is to define the appropriate area, located in the selected region, during the Step 1. To define an area as a suitable for the construction of a biogas plant should be assessed the feasibility of the heat and the ability to supply electricity to the electricity supply network. Transport of heat is related to the intensive cost and unavoidable energy losses. For this reason, an installation for biogas production must be distance less than 1000 m from the heat consumers.

Step 3: Criteria for selecting a suitable location to build a site

The third step is to determine the correct place suitable for the site on which to be building a biogas plant. Suitable areas may be those areas upon which can be placed all the different systems of equipment (fomenters, storage space, co-generators, etc.), while the process takes place at a technical and legal favorable terms (to have available enough space and / or to have better access to important traffic junction).

▪ Notional site:

To be able to locate all the facilities of the biogas plant (digester gas holder, co-generator additional devices) is needed enough space. Plant generating 500 kW electric powers occupies an area of 4000 m². If the raw materials that will be lodged for processing, will be wastes from agriculture (e.g. maize) is need additional area of 5400 m², on which to placed storage space for harvested crops. In case that the starting

СТЪПКИ И ИЗИСКВАНИЯ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА БИОГАЗОВА ИНСТАЛАЦИЯ

За изграждане на биогазова инсталация е необходимо да се спазват редица изисквания свързани с избора на площадка за изграждане на биогазовата инсталация.

За да се изберат най-подходящите площадки, трябва да се направи оценка на:

- Наличната биомаса (конвенционална и неконвенционална);
- Местността, по отношение на енергийни ресурси, логистика и т.н
- Организационната структура на съответния район.

Изборът на площадка се основава на четири основни стъпки, показани на Фигура 1.

Стъпка 1: Избор на благоприятен регион, според наличната биомаса

Провеждат се проучвания за установяване потенциала на биомасата, които ясно определят количеството суровина, подходящи за разработване на биогазов проект [4].

По време на първата стъпка се подбират благоприятни за производство на биогаз региони. Тези региони се определят въз основа на количеството на наличните биоразградими суровини.

Тъй като енергийното съдържание на биомасата в единица обем е ниско, а количествата суровина са високи, от икономическа и енергетична гледна точка не е ефективно течните селскостопански суровини да се транспортират на повече от 5 км, а енергийните култури - по-далеч от 15 км. Следователно, инсталацията за производство на биогаз би трябвало да се разположи на разстояние по-малко от 15 км от източника на биомаса. Освен това, преработената биомаса (биоплам), която обикновено се използва за подобряване на свойствата на почвата, не трябва да бъде транспортирана на повече от 15 км, поради нарастващите с разстоянието транспортни разходи.

Стъпка 2: Определяне на подходяща околност, в рамките на избрания регион

Втората стъпка е да се определи подходяща околност, намираща се в обсега на избрания, по време на Стъпка 1, регион. За да се дефинира една област като подходяща за изграждане на биогазова инсталация, трябва да се оцени възможността за реализиране на получената топлина както и възможността за подаване на електричество към електроснабдителната мрежа. Транспортирането на топлина е свързано с интензивни разходи и неизбежни енергийни загуби. По тази причина, инсталацията за производство на биогаз трябва да бъде отдалечена на разстояние по-малко от 1000 м от потребителите на топлина.

Стъпка 3: Идентифициране на подходящо местоположение за изграждане на площадка-критерии

По време на третата стъпка се определя точното място, подходящо за разполагане на площадката, върху която ще се изгради биогазовата инсталация. Подходящи пространства могат да бъдат тези площи, върху които биха могли да се разположат всички отделни системи от оборудването (ферментатори, складови пространства, ко-генератори и т.н) и същевременно процесът да протича при технически и законово изгодни условия (да има на разположение достатъчна площ и/или да е на лице добър достъп до важен пътно-транспортен възел).

▪ Условен размер на площадката:

За да могат да се разположат всички съоръжения на биогазовата инсталация (ферментатор, газголдер, ко-генератор, допълнителни устройства) е необходимо достатъчно пространство. Централна, генерираща 500 кВт електрическа мощност заема площ от около 4000 м². Ако изходните суровини, които ще се подават за обработка, ще са отпадъци от земеделието (биомаса с високо енергийно съдържание - напр. царевица), е необходима допълнителна площ от 5400 м², върху която да се разположи складово пространство за съхранение на събраната реколта.

substrate is low calorie (e.g. slurries), the volume of the storage has to be even greater - thus requiring even larger area.

Construction of storage for primary biomass provides the implementation of year-round biomass supply process into the installation.

In case that the obtained digestate will be used as fertilizer in agriculture, it is necessary to construct one extra storage facility. In many countries, digestate is supplied only during the summer season. In this case must be built storage for winter. To build this type of storage equipment, to plant with electric power 500 kW, need additional space of 4,000 m².

▪ Roads Links

Biogas production plant usually supplied at regular intervals with large portions biomass. Therefore, the fermented mixture is also drained continuously in large amounts and has to be transported at certain intervals of time. For this reason, near the installation must have access to convenient transportation facilities.

▪ Site characteristics

It is recommended sites of biogas plants to be built in place of old, unusable at present industrial sites rather than green agricultural fields, as so as natural landscape will be the least damaged. Before approach the building itself, must make sure that the soil characteristics in the area that we chosen are suitable for the construction of the site.

Step 4: Consideration of some specific characteristics in the implementation of biogas projects

The last step is to point out important facts that should be taken into account when implementing the biogas project. For example you have to mobilize various institutions to obtain political and administrative support and gain public approval for the project.

В случай, че изходният субстрат е нискокалоричен (напр. тор), обемът на хранилището трябва да е още по-голям – следователно се изисква още по-голяма площ.

Изграждането на склад за съхранение на първична биомаса осигурява осъществяването на целогодишен процес на подаване на биомаса към инсталацията, съответно - целогодишно производство на биогаз.

В случай, че полученият биошлам ще се използва като почвен подобрител в селското стопанство, е необходимо построяването на още едно допълнително съоръжение за неговото съхранение. В много държави, вторичната биомаса се доставя само по време на летния сезон. В такъв случай задължително се изгражда хранилище за складиране на торовата маса през зимата. За построяването на такъв тип складово оборудване, към инсталация с ел. мощност от 500 кВт, е необходимо допълнително пространство от 4000 м².

▪ Връзки с пътната мрежа

Инсталациите за производство на биогаз обикновено се захранват на равномерни интервали с големи порции биомаса. Следователно, ферментиралата смес също се оттича постоянно в големи количества и трябва да бъде транспортирана на определени интервали от време. Поради тази причина, в близост до инсталацията задължително трябва да има достъп до удобни транспортни възли.

▪ Характеристики на площадката

Препоръчително е площадки на биогазови централи да се изграждат на мястото на стари, неизползваеми в момента индустриални местности, вместо върху озеленени селскостопански площи, тъй като по такъв начин природния пейзаж ще бъде възможно най-малко ощетен. Освен това, преди да подходим към самото изграждане, задължително трябва да се убедим, че почвените характеристики в района, който сме избрали, са подходящи за построяването на площадка.

Стъпка 4: Съобразяване с някои специфични особености при реализация на биогазов проект

Последната стъпка изброява важни факти, които трябва да се вземат предвид при осъществяване на биогазов проект. Напр. мобилизация на различни видове институции, за да се получи политическа и административна подкрепа и да се спечели общественото одобрение за проекта.

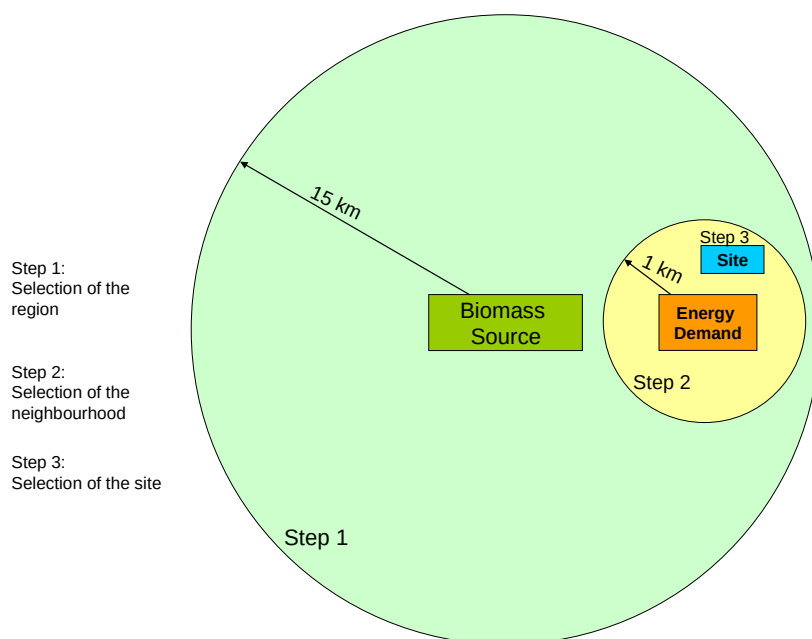


Fig. 1 - Methodology for site selection / Методология при избор на площадка [9]

▪ Need for political support and trained staff

Construction of a biogas plant is mainly politically oriented because renewable energy sources have an important place in the public and societal climate. The economic success of a biogas plant depends on the annual production of biogas and is achieved with help of experienced persons managing the installation. In some plants the annual energy output could increase by over 25%, but only if the maintenance and operation of the facility shall be organized and guided by narrow specialists [7].

▪ Provision experts

Many national and European programs provide training opportunity for operators of existing or future installations for biogas production.

▪ Examples of different types of biogas plants

European biogas plants processed mainly agricultural, industrial and communal waste. In addition, plants can be supply with energy crops, but only in countries in which there are special funding schemes, such as in Germany [1, 7].

The produced biogas is typically used for combined heat and power (cogeneration, CHP) or just for heating purposes. The first plant built in Austria, Germany, Sweden and Switzerland, utilizing biogas to biomethane. Biomethane can be used as vehicle fuel or be fed into the national gas grid. In future perspective, biogas production will increase significantly and it will be traded as a very valuable fuel (when put to the national gas grid after a purification step or liquefaction, storage and relevant future use).

Since the spectrum of biogas production is quite wide, it is difficult to determine the standard design of a biogas plant. Therefore is considered three different examples of plants for biogas production.

Example 1: Installation for processing manure from livestock farms, which biogas productions is used for heating purposes.

The smallest type biogas plant processes only manure and the derived biogas is used for heating. Loading capacity varies from 40 to 80 animal units. The technology of this type of installation is simple and easy to implement and maintain.

The basic idea is the flow of manure to fall directly of the stall in the digester (without using a pumps), and thus - in the storage. The feed treatment temperature in digester mixture must be higher than 37° C, after which the mixture was stirred. Usually the time required to continue stirring is from 3 to 8 minutes /per hour, depending on the impurity manure content in a fermenter.

Produced biogas subsequently passes through the gas pipeline, made of stainless steel, and then falls in the gas bubble, which is stored under low pressure. Before the gas can be supplied for combustion in a modified burner pressure should be increased by using the lateral channel ventilator.

Biogas plant for 50 animal units produce about 62.4 m³ of biogas per day (with a methane content about 63%), which corresponds to 2.6 m³ / h, constant power of combustion is 15.6 kW.

Example 2: CHP biogas plant for industrial and communal waste

Significant problem in biogas plants using industrial or communal wastes are inorganic substances that fall for

▪ Необходимост от политическа подкрепа и обучен персонал

Построяването на биогазова инсталация има най-вече политическа насоченост, тъй като възобновяемите енергийни източници заемат важно място в публичната и обществена среда. Икономическият успех на завод за биогаз зависи от годишния добив на биогаз и се постига с помощта на опитни лица, управляващи инсталацията. В някои централи годишната енергийна производителност може да нарасне с над 25 %, но само при положение че поддръжката и експлоатацията на съоръжението се организират и направляват от тесни специалисти в областта [7].

▪ Осигуряване на експерти.

Много национални и европейски програми предоставят възможност за обучение на оператори на настоящи или бъдещи инсталации за производство на биогаз.

▪ Примери за типови биогазови инсталации.

Биогазовите инсталации в Европа преработват предимно селскостопански, индустриални и комунално-битови отпадъци. Освен това, инсталациите могат да бъдат зареждани и с технически енергийни култури, но само в страни, в които съществуват специални схеми на финансиране, като например в Германия [1, 7].

Произведеният биогаз обикновено се използва за комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия (ко-генерация, CHP) или само за отоплителни цели. Първите инсталации, построени в Австрия, Германия, Швеция и Швейцария, оползотворяват биогаза до биометан. Биометанът може да се използва и като транспортно гориво или да бъде подаван към националната мрежа за природен газ. В бъдещ план е възможно производството на биогаз да нарасне значително и той да бъде търгуван като изключително ценно гориво (при подаване към националната мрежа за природен газ, след етап на пречистване, или при втечняване, съхранение и съответна следваща употреба).

Тъй като спектърът на производство на биогаз е доста широк, е трудно да се определи стандартен дизайн на биогазова инсталация. Поради тази причина са разгледани три различни примерни инсталации за производство на биогаз.

Пример 1: Инсталация за преработка на тор от животновъдните ферми, в която произведеният биогаз служи за отоплителни цели

Най-малкият тип биогазова инсталация преработва само оборски тор, а извлеченият биогаз се използва само за отопление. Зарежданият обем варира от 40 до 80 животински единици. Технологиата на такъв тип инсталация е проста и лесна за изпълнение и поддръжка.

Основната идея е потока оборски тор да попада директно от обора във ферментатора (без помощта на помпи), а оттам – в склад за съхранение. Температурата на подадената за обработка във ферментатора смес трябва да бъде по-висока от 37 °C, след което сместа се разбърква. Обикновено времето, необходимо за разбъркване продължава от 3-8 мин/часа, в зависимост от количеството примеси, постъпили наред с торта във ферментатора.

Произведеният в последствие биогаз преминава през газопровод, изграден от неръждаема стомана, след което попада в газов балон, където се съхранява под ниско налягане. Преди газът да бъде подаден за изгаряне в модифицирана горелка, налягането в него трябва да бъде повишено, с помощта на странично разположен канален вентилатор.

Биогазова инсталация, проектирана за 50 животински единици, произвежда около 62,4 м³ биогаз на ден (със съдържание на метан около 63 %), което отговаря на 2,6 м³/ч, като постоянната мощност на изгаряне е 15.6 кВт.

Пример 2: Ко-генерационна биогазова инсталация за преработка на индустриални или комунални битови отпадъци

Значителен проблем при биогазовите инсталации, използващи индустриални или комунални-битови отпадъци, представляват

processing along with biodegradable waste. The most common ones are plastic bags, glass, metals and bone; these components should be removed before fermentation process [1, 7].

Example 3: Cogeneration biogas plant, using energy crops for biogas production

Large part of biogas plants, especially those in Germany, is loaded with corn silage. Plant has an electric power of 500 kW should be filled at least 31 tons of maize silage per day, which equates to the same amount of manure. The silage maize degrades biologically in fermentation tanks, then obtained biogas. One ton corn silage received approximately 750 kg processed (secondary) biomass and 200 m³ biogas with a methane content of about 52%.

After a retention time of 70 days and in some cases even more, the digestate is stored and can be used directly as a soil improver. If is necessary, the biological treatment mixture can be separated into liquid and solid fraction which may be used for nutrition of energy crops which require a particular care during the cultivation process. It is recommended that storage space intended for digestate, to be covered by an elastic membrane or bellows roof to avoid any loss of biogas and to prevent the release of odors and residual methane emissions.

During the last stage, the biogas is cooled, dried and purified (if necessary) and is fed to the cogeneration unit (CHP unit), where it is utilized to heat and electricity. Figure 3 shows mass balance of the type biogas plant fueled with silage corn.

неорганичните вещества, които попадат за преработка наред с биоразградимите отпадъци. Най-често срещани такива са найлоните, торбички, стъклото, металите, а също така и кости, които би следвало да бъдат отстранявани преди процеса на ферментация [1, 7].

Пример 3: Ко-генерационна биогазова инсталация, зареждана с енергийни култури

Голяма част от биогазовите инсталации, особено тези в Германия, се зареждат с царевичен силаж. Инсталацията, разполагаща с електрическа мощност от 500 kW, трябва да бъде зареждана с най-малко 31 т царевичен силаж на ден, което се равнява на същото количество оборски тор. Силажът се разгражда биологично във ферментационните танкове, след което се получава биогаз. От един тон царевичен силаж се получават приблизително 750 кг преработена (вторична) биомаса и около 200 m³ биогаз, със съдържание на метан около 52 %.

След време на задържане от 70 дни, а в някои случаи дори и повече, вторичната биомаса се складира и може директно да бъде използвана (без процес на дообработка) като почвен подобрител. При необходимост, биологично преработената смес може да бъде разделена на течна и твърда фракция, след което да бъде използвана за подхранване на енергийни култури, нуждаещи се от по-особени грижи по време на процеса на култивация. Препоръчително е складовото помещение, предназначено за съхранение на вторичната биомаса, да бъде покрито с еластична мембрана или с двоен мембранен покрив, за да се избегнат евентуални загуби на биогаз и да се предотврати изпускане на неприятни миризми, както и на остатъчни емисии метан.

По време на последния стадий, биогазът се охлажда, изсушава и пречиства (ако е необходимо), и се подава към ко-генерационно отделение (CHP unit), където се оползотворява до топлинна и електрическа енергия. Фигура 3 изобразява масовия баланс на типова биогазова инсталация, зареждана с царевичен силаж.

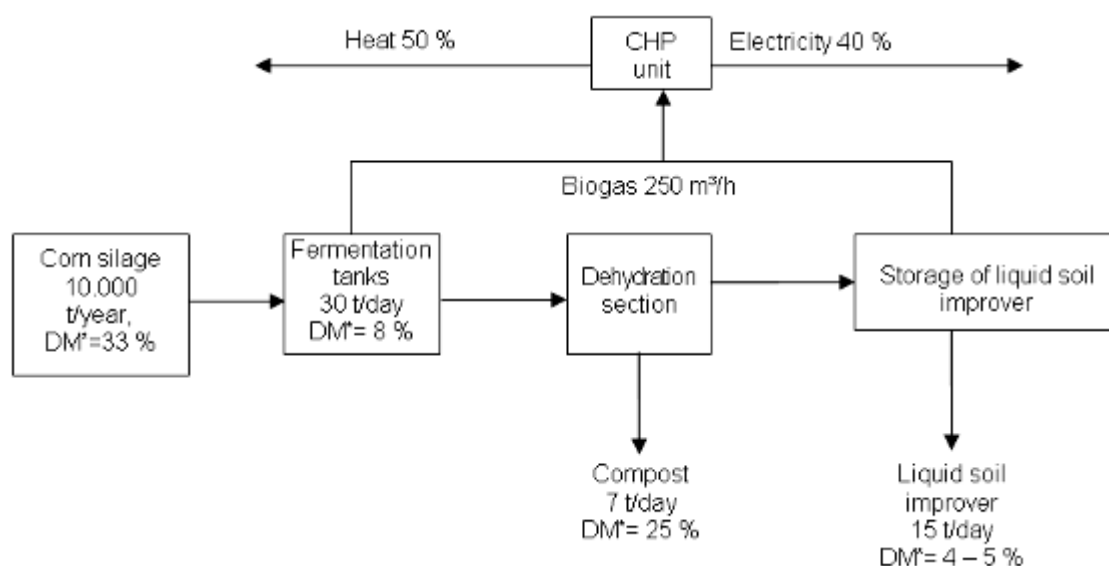


Fig. 3 - Block diagram representing mass balance of a biogas plant for corn silage, disposing of the electric power of 500 kW /
Блокова диаграма, изобразяваща масов баланс на биогазова инсталация за царевичен силаж, разполагаща с електрическа мощност от 500 kW

GENERAL GUIDELINES

During the planned building biogas plant it is necessary to provide for a sufficient amount of biomass which will load for processing. Initially need to assess how much biogas will be received, depending on the raw material. Second step is to determine the biogas plant capacity [1, 2, 8].

In the field of biomass or its utilization as stakeholders can be defined: mayors and other public officials in municipalities; businessmen; farmers and farm

ОСНОВНИ НАСОКИ

При планирано изграждане на биогазова инсталация е необходимо да се предвиди достатъчно количество биомаса, което ще се подава за обработка. На първо време трябва да се оцени какво количество биогаз ще се получава, в зависимост от изходната суровина. Втората крачка е да се определи биогазовия капацитет на инсталацията [1, 2, 8].

Като заинтересовани лица в областта на биомасата и нейното оползотворяване могат да се определят: кметове и други служители в държавните общини; Фермери и управители на фермерски

associations; purchase and sellers of biomass.

Achieve economic effect, depending on the size of the plant.

Economic impact of a biogas production can be achieved only in certain proportions of installations. In the majority of economical surveys in larger installations can be noticed a tendency of the initial decline of the specific investments, up to a point, after which is observe a new increase. At the moment, the most cost-effective plants are those that have power outputs of 300 and 700 kW. The small plants (eg. Those on farms) pose less investment risk (but also have less profit) as they are designed according to the raw materials available to the plant operator.

On the other hand, the larger is a plant, the higher is a risk present in the process, „biomass supplies “. However, the potential profit of such a system could attract more investors.

- In least 80% supply of the required biomass must be signed long-term contracts that ensure the delivery of the remaining material (if the operator does not have its own resources);
- The total potential biomass on farms in the region should be constant and superior in quantity of raw materials that will be needed for biogas production, according to a factor 4.

In case that the raw materials will be supplied from the stock exchange of wastes and / or for energy crops, the distance between two biogas plants (or biogas projects) should be at least 30 km. Otherwise, will inevitably lead to trade conflicts with the process “biomass supply”.

Utilization of digestate

The amount of secondary digestate highly dependent on the type of raw material, submitted for processing in the digester. The smaller biogas production is accompanied by a larger amount of digestate. Feature characteristic in the process of converting a dry organic matter into biogas is to reduce the volume of the fermented substrate, in contrast of increasing their specific gravity.

Possibility of using secondary, organic biomass as fertilizer to maintain and improve soil fertility [2, 5].

Generally, the digestate has good fertilising ability (high viscosity, highly mineralized properties, a high nitrogen content, significantly better soil-plant compatibility, lack of odor, low content of weed seeds and pathogens). Do not observe restrictions regarding hygiene or side emptied substances in digestate coming from animal excrement, energy crops or other agricultural organic wastes. In case that will be used processing biomass to be spreading directly onto the soil surface, must respect some European and national legal norms concerning nutrients contained (mainly nitrogen and phosphorus). In most European countries the permissible amount of nitrogen in the digestate / secondary organic waste / from animal origin is 170 kg / ha *. This norm should be followed in case that organic fertilizer will be spreading directly on soil surface.

In order to maintain soil balance and according to the requirements of the Nitrates Directive, the use of fertilizers in some of the winter months is prohibited. It should be borne in mind that the time provided for the storage (which is at least 6 months), will affect the quality of the manure (in particular to so-called vulnerable nitrogen zone with high activity).

асоциации; Покупко-продавачи на биомаса, както и бизнесмени.

Постигане на икономически ефект, в зависимост от размера на инсталацията.

Икономически ефект от едно биогазово производство може да се постигне само при определени размери на инсталациите. В голяма част при икономически проучвания на по-големи инсталации може да се забележи тенденция на първоначален спад на специфичните капиталовложения до определена точка, след което се наблюдава ново покачване. В момента, най-икономически изгодни са тези инсталации, които разполагат с електрическа мощност от 300 до 700 kW. Малките инсталации (като напр. тези в земеделските стопанства) крият по-малък инвестиционен риск (но разполагат и с по-малка печалба), тъй като са проектирани според изходните суровини, с които разполага оператора на централата.

От друга страна, колкото по-голяма е една инсталация, толкова по-голям риск съществува при процеса “снабдяване с биомаса”. Въпреки това потенциалната печалба от една такава инсталация би могла да привлече повече инвеститори.

- При доставка на поне 80% от нужната биомаса трябва да бъдат подписани дългосрочни договори, които да осигуряват доставката на останалото количество суровина (в случай че операторът не разполага със собствени ресурси);
- Общият потенциал биомаса в земеделските стопанства и в региона трябва да бъде постоянна величина и да превъзхожда по количество суровината, която ще бъде необходима за производство на биогаз, съгласно фактор 4.

В случай, че изходните суровини ще се доставят от борса за отпадъци и/или за енергийни култури, разстоянието между две биогазови инсталации (или биогазови проекти) трябва да бъде най-малко 30 км. В противен случай неминуемо ще се стигне до търговски конфликти, свързани с процеса “снабдяване с биомаса”.

Оползотворяване на вторичната биомаса

Количеството вторична биомаса зависи до голяма степен от вида суровина, която ще се подава за преработка във ферментатора. По-малките добиви на биогаз са съпроводени с по-голямо количество биошлам. Характерна особеност при процеса на превръщане на сухата органична маса в биогаз е намаляването на обема на ферментирания субстрат, като за сметка на това се увеличава неговото специфично тегло.

Възможност за използване на вторичната, органична, биомаса като почвен подобрител за поддържане и повишаване на почвеното плодородие [2, 5].

Като цяло, вторичната биомаса разполага с добри наторителни способности (висок вискозитет, силно минерализирани свойства, високо съдържание на азот, значително по-добра растително-почвена съвместимост, липса на неприятна миризма, намалено съдържание на плевелни семена и патогенни микроорганизми). Не се наблюдават ограничения, касаещи хигиената или странично попадналите субстанции в биошлама, произхождащи от животински екскременти, енергийни култури или друг вид селскостопански органични отпадъци. В случай обаче, че преработената биомаса ще бъде разстилана директно върху повърхността, трябва да се спазят някои европейски и национални законови норми, относно съдържащите се в нея хранителни вещества (предимно азот и фосфор). В повечето европейски държави допустимото количество азот в биошлам /вторичните органични отпадъци/ от животински произход е 170 kg/ha*. Тази норма трябва да бъде спазена, в случай че органичният тор ще се внася директно върху почвената повърхност.

С цел поддържане на почвения баланс и съобразно изискванията на Нитратната директива, използването на торове през някои от зимните месеци е забранено. Трябва да се има предвид, че времето предвидено за съхранение (което е най-малко 6 месеца), ще окаже влияние върху качеството на торовете (особено на така наречените уязвими азотни зони с висока активност).

Opportunity for realisation of produced electric energy

When preparing an assessment of the feasibility of electricity, should be analyzed in advance some important technical and legal aspects [1, 8]:

In many countries there is existing support schemes for selling of produced electricity from renewable energy sources. Therefore, from an economic perspective, it is more advantageous obtained energy from biogas production to be implemented entirely on the grid (at high prices), then the electricity necessary to maintain the energy requirements of the plant to be purchased from it (to lower prices).

Legal aspects-the electricity sale in Europe is subject to certain legal restrictions. In selection of a suitable place to build a site is important to determine whether in that country is a system that encourages independent power producers (IPPs).

The ability to sell the generated heat is defined as vital to economic prosperity and ecological balance of the biogas plant. Choosing the site for biogas plant construction should be depending on the potential use of heat. The biogas plant with an installed electric capacity of 500 kW has a usable heat to 600 kW (flow temperature in the cooling cycle CHP plants - 80°C). During the summer season entire heat could be sold, while in the winter a third of that heat is required to maintain the operating temperature of the fermenter. This means during the winter only 400 kW heat may be used for other purposes.

Acknowledgements. The authors express their high appreciation to the Bulgarian National Science Fund for its financial support to the Project № ДФНИ – E01/3 ОТ 27.11.2012г

REFERENCES

- [1]. Volk S.M., Kolev N., Garvanska S., Ofiteru A., Adamescu M., Bodescu F., Seadi Al.T. (2008) - *The biogas Market in Southern and Eastern Europe: Promoting Biogas by Non-technical Activities*, Proceeding of the 16th European Biomass Conference and Exhibition, Valencia, Spain; ISBN 978-88-89407-58-1;
- [2]. Marinova S., Banov M. (2002) - *The Waste management in Bulgaria and strategy for the future*, International seminar, Netherlands;
- [3]. Marinova S., Dikova R. (2004) - *Organic farming and environmental protection in Bulgaria*, "Journal of Balkan Ecology, Vol N2. p. 135-139;
- [4]. Marinova S., Dosev N. (1990) - *Problems of cleaning, storage and use of fertilizer in industrial breeding of ruminants*, Agricultural science, XXVIII, No 1, 87-93;
- [5]. Marinova S. (2007-2010) - Project 52. *Technologies using waste from households, industry and agriculture in practice*, Archive of Agricultural Academy;
- [6]. Marinova S., et al., (2007-2011) - Project BiG>East Biogas for Eastern Europe;
- [7]. Simeonov I., Mihaylova Sn., Kalchev B., Chorukova E. & Marinova Sv. (2012) - *Study on the Anaerobic Co-Digestion of Wasted Fruits and Vegetables*, 5th International Scientific Conference on Water, Climate and Environment Balwois 2012, Ohrid, Republic of Macedonia;

Възможност за реализация на произведената електрическа енергия

При изготвяне оценка за възможността за реализиране на електричество, трябва да се анализират предварително някои важни техническите и законови аспекти [1, 8]:

В много държави има действащи схеми за подпомагане продажбата на електрическа енергия, произведена от възобновяеми енергийни източници. Поради тази причина, от икономическа гледна точка, е по-изгодно получената от биогазово производство енергия да се реализира изцяло на електрическата мрежа (на по-високи цени), след което електричеството необходимо за поддържане енергийните нужди на инсталацията да се купува от нея (на по-ниски цени).

Законови аспекти – продажбата на електричество в Европа е обект на известни законови ограничения. При подбор на подходящо място за изграждане на площадка е важно да се уточни дали има действаща система, поощряваща Независимите Производители на Енергия (НПЕ) в съответната страна.

Възможността за продажба на генерираната топлинна енергия се определя като жизнено важна за икономическия просперитет и екологичния баланс на биогазовата централа. Следователно, площадката за изграждане на биогазова инсталация трябва да се избира в зависимост от потенциалната употреба на произведената топлинна енергия. Инсталация, с инсталирана ел. мощност от 500 кВт, разполага с използвана топлинна енергия до 600 кВт (температура на потока в охлаждащия цикъл на ко-генератора - 80°C). През летния сезон цялото количество топлина би могло да се продава, докато през зимните месеци една трета от тази топлина е нужна за поддържане на операционната температура във ферментатора. Това означава, че през зимата само 400 кВт топлинна енергия могат да се използват за други цели.

Благодарности. Авторите изказват големи благодарности на Българския Национален фонд за научни изследвания за финансовата си подкрепа за проекта № ДФНИ - E01 / 3 ОТ 27.11.2012г

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Волк С. М., Колев Н., Гарванска С., Офитеру А., Адамеску М., Бодеску Ф., Сеади Ал.Т. (2008) – Пазарът на биогаз в Южна и Източна Европа: насърчаването на биогаза от не-технически дейности, изхождайки от 16та Европейската конференция за биомаса и изложба, Валенсия, Испания; ISBN 978-88-89407-58-1;
- [2]. Маринова С., Банов М. (2002) – Бъдеща стратегия за управление на отпадъците в България, Международен семинар, Холандия;
- [3]. Маринова С., Дикова Р. (2004) – Органично земеделие и защита на околната среда в България Списание Балканска екология, бр. 2, 135-139;
- [4]. Маринова С., Досев Н. (1990) – Проблеми на почистване, съхранение и използване на тора при промишлено отглеждане на преживни животни. Селскостопанска наука, год. XXVIII, No 1, 87-93.
- [5]. Маринова С. (2007-2010) – Проект 52, Технологии за използване на отпадъците от промишлеността, бита и селското стопанство, Архив на Селскостопанска академия;
- [6]. Маринова С., и др, (2007-2011) – Проект Биг-Ийст, Биогаз за източна Европа;
- [7]. Симеонов И., Михайлова С., Клячев Б., Чорукова Е., Маринова С. (2012) – Изучаване на анаеробна ко-генерация от отпадъци от зеленчуци и плодове. 5та международна научна конференция Вода, Климат

[8]. State Journal 112 (2004) - *Regulation on Ways of Utilization of Sludge from Wastewater Treatment through its Use in Agriculture* (in Bulgarian), State Journal 112 from 23. 12. 2004;
[9]. Seady T. et. al. (2009) - *Biogas guidance*, Big east Biogaz for Eastern Europe.

и Околна среда. Балвойс, Орхид, Македония;

[8]. Държавен вестник 112 (2004) – *Наредба за реда и начина за използотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието*. Държавен вестник 112 от 23. 12. 2004;

[9]. Стеди Т. и др. (2009) - *Биогаз наръчник*. Проект Биг-Ийст, Биогаз за източна Европа.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF SLUDGE FROM DIFFERENT PLACES OF TREATMENT IN WASTEWATER PLANT IN SOFIA REGARD TO THEIR USE IN AGRICULTURE

СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА УТАЙКИТЕ ПОЛУЧЕНИ ОТ РАЗЛИЧНИ МЕСТА НА ТРЕТИРАНЕ В ПРЕЧИСТВАТЕЛНАТА СТАНЦИЯ ЗА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ГР.СОФИЯ С ОГЛЕД ИЗПОЛЗВАНЕТО ИМ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО

Prof. Marinova S.¹⁾, Prof. Kathijotes N.²⁾, Assoc. Prof. Zlatareva E.¹⁾, Prof. Stoicheva D.¹⁾, Assis. Prof. Kolchakov V.¹⁾

¹⁾Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "N. Poushkarov" Sofia / Bulgaria

²⁾Cyprus University of Technology, Department of Civil Engineering and Geomatics / Cyprus

E-mail: svetla_mar@mail.bg

Abstract: The development of technological versions for usage sludge as a means of maintenance and increase of soil fertility and restoration of the worsened balance of the organic substance in the soil, requires to be determined its characteristics and to be done agro-ecological assessment of its impact. The research objective is to determine agro-chemical and chemical characteristics and the content of organic pollutants of the sludge originated from different place of the Sofia City Wastewater Treatment Station (SCWWTS). The achieved results show, as follows:

- The studied sludge originated from the SCWWTS is heterogeneous biomass, rich of organics and components of chemical elements, which are nourishing for the plants. Its content is similar to nitrogen-phosphorus fertilizer and it is an opportunity to be used in agriculture. The content of heavy metals is below the maximum permissible concentration;
- The organics is assessed as high biological potential related to its transformation into humus; The proportion carbon to nitrogen shows great heterogeneity of the studied sludge and for preliminary process of formation of humus;
- The sustainable organic pollutants of sludge originated from the band filter press are bellowing the maximum permissible concentration which is indicated in the Ordinance.

Key words: wastewater treatment station, sludge, fertilizer

INTRODUCTION

Intensive use of chemicals distorts the balance of organic matter in the soil and affects physical and chemical properties. To maintain and improve soil fertility should be introduce periodically organic fertilizers.

Annually in our country are produce about 20-24 million tones of organic matter, which is insufficient to meet the needs of the soils from organic matter. It is necessary to look for reserves. Such reserves are the sludge, which are obtained by biological treatment of wastewater from households, industry and agriculture.

In recent years, have built and went into use more than 70 stations for artificial biological treatment of household waters. In organic purification, large amounts of sludge's accumulate in the area of stations make it difficult their functioning and pollute the environment.

In order to develop technological solutions for sludge utilization in practice, it is necessary to determine their characteristics and make the environmental assessment.

The aim of the study is to establish agro-chemical and chemical characteristics of sludge from different locations in Sofia wastewater treatment plant, in order to use in agriculture.

MATERIAL AND METHOD

General technological scheme of an urban wastewater treatment plant for mixed wastewater is shown in Figure 1. It includes:

Mechanical treatment, or it is the first step, to remove the rough, large contaminants from the water and suspended into it particles. The main equipment of the

Абстракт: Развитието на технологичните варианти за използване на утайки като средство за поддържане и увеличаване на плодородието на почвата и възстановяването на влошения баланс на органичното вещество в почвата, изисква да се определят неговите характеристики и да се направи агро-екологична оценка на въздействието му. Целта на проучванията е да се определи агро-химични и химически характеристики и съдържанието на органични замърсители на утайки с произход от различни места в пречиствателната станция за отпадъчни води гр. София. Постигнатите резултати показват:

- Проучената утайка от пречиствателната станция е хетерогенна биомаса, богата на органични вещества и компоненти на химични елементи, които могат да се използват за подхранване на растенията. Имат богато съдържание на азот, фосфор и е възможно да се използва в селското стопанство. Съдържанието на тежки метали е под пределно допустимата концентрация;
- Органичните вещества са с висок биологичен потенциал, свързани с превръщането му в хумус; Съотношението въглерод към азот показва голяма хетерогенност на изследваната утайка и спомага за процеса на образуване на хумус;
- Органичните замърсители в утайката от лентовата филтър преса са под пределно допустимата концентрация, която е посочено в наредбата.

Ключови думи: Пречиствателна станция за отпадъчни води, утайка, тор

УВОД

При условията на интензивна химизация е нарушен балансът на органично вещество в почвите и са влошени химичните и физични им свойства. За поддържане и повишаване на почвеното плодородие е необходимо да се внасят периодично органични торове.

Годишно в нашата страна се получава около 20-24 милиона тона органична маса, което е недостатъчно да покрие потребностите на почвите от органично вещество. Необходимо е да се търсят резерви. Такъв резерв са утайките, които се получават при биологичното пречистване на отпадъчни води от бита, промишлеността и селското стопанство.

През последните години се построиха и влязоха в експлоатация повече от 70 станции за изкуствено биологично пречистване на битови води. При биологичното пречистване се получават големи количества утайки, които се трупат в района на станциите, затрудняват тяхното функциониране и замърсяват природната среда.

За да се разработят технологични решения за оползотворяване на утайките в практиката, е необходимо да се установи тяхната характеристика и се направи екологична оценка.

Целта на изследването е установяване агрохимичната и химична характеристика на утайките от различни места на третиране в Софийската пречиствателна станция за отпадъчни води, с оглед използването им в земеделието.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Общата технологична схема на една градска пречиствателна станция за смесени отпадъчни води е представена на фиг.1. Тя включва:

Механично пречистване или това е първото стъпало, при което се отстраняват грубите, едри замърсители от водата и неразтворените в нея частици. Основните

production line is: grills, sand traps, primary settling tanks / PU /. The effect of purifying water reaches up to $60 \div 70\%$.

Biological treatment or second step in the purification of waste water is based on the vital activity of aerobic microorganisms / bacteria flocks in suspended condition / dispersed, which mineralized and dissolved substances in the water.

съоръжения на технологичната линия са: решетки, пясъкозadržатели, първични утайители /ПУ/. Ефектът на пречистване на водата достига до $60 \div 70\%$.

Биологичното пречистване или второто стъпало при пречистване на битовите отпадъчни води се основава на жизнената дейност на аеробни микроорганизми /бактериални флокули в суспендирано състояние/, които минерализират диспергираните и разтворени във водата вещества.

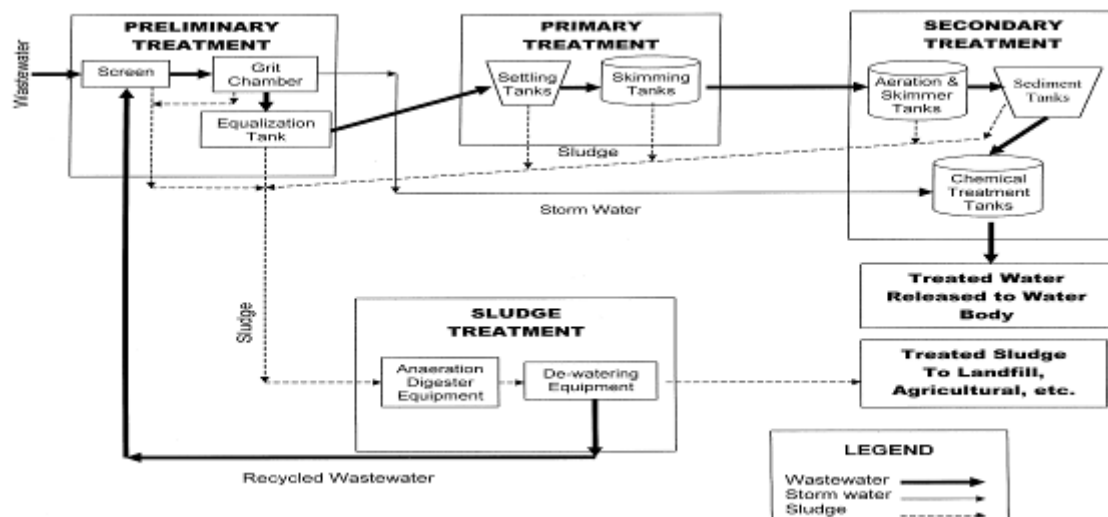


Fig. 1 - Flow diagram of the WWTP / Технологична схема на ГПСОВ

Technological line of biological treatment includes aeration tanks /AT / with depth up to 6 m, in which is carried out biological wastewater treatment with activated sludge /AS/. Secondary radial settling tanks /SRST / which have an effect on water purification treatment nearly 70%. A part of the activated sludge, about 50% is returned by pumping into the activated sludge tank to maintain the microbiological process and the excess sludge is removed for compaction, wherein is treated with chemical reagents for reducing the moisture in the sludge with mechanical dewatering filter presses or centrifuges and stabilization of slug.

After extensive standing of slug (12 ÷ 18 months), sediments are decontaminated and could be used if they meet the requirements of the legislation.

Sludge resulting from the treatment of wastewater is subjected to stabilization and decontamination to prevent the spread of pathogens and reducing unpleasant odors.

Methane tanks are enclosed facilities of reinforced concrete or plastic with a conical bottom and hermetic coverage. They do anaerobic stabilization of sludge production and those of the primary settling tanks.

Under methane stabilization of sludge are released carbon dioxide, methane, hydrogen sulfide, hydrogen and oxygen.

Urban purifying stations for wastewater produce different types of sediments. Their classification is based on the origin, possessing qualities and properties, adopted methods of treatment and places of their release [10, 11].

Have been taken for analysis and evaluation the primary sludge from primary settling tanks, secondary sludge from secondary sedimentation tanks, dewatered sludge mixed tape of filter presses, stayed mixed sludge band filter presses, sediment input of methane tank and sludge stayed more than 1 year. Sediments were analyzed for main macro and micronutrients, heavy metals, organic matter and organic pollutants content in accordance with the Regulation on the use of sludge in agriculture.

Following methods were used for analysis [2]:

Технологичната линия на биологичното пречистване включва: биобасейни /ББ/ с дълбочина до 6 m, в които се извършва биологично пречистване на отпадъчната вода с активна утайка /АУ/. Вторични радиални утайители /ВРУ/, които имат ефект на пречистване на водата близо 70 %. Една част от активната утайка, около 50 % се връща чрез препомпване в биобасейните за поддържане на microbiological процеси в тях, а излишната активна утайка се отделя за уплътняване в утайкоуплътнители, където се третира с химични реагенти за пнамалване на влагата в утайките, механично обезводняване с филтърпреси или центрофуги и стабилизиране на изсушителни полета.

След продължително престояване на изсушителни полета (12÷18 месеца), утайките са обеззаразени и могат да бъдат оползотворени, ако отговарят на изискванията на законодателството.

Утайките, отделени при пречистване на отпадъчните води се подлагат на стабилизация и обеззаразяване, за предотвратяване разпространението на патогенни микроорганизми и ограничаване отделянето на неприятни миризми.

Метантанковете представляват затворени съоръжения от стоманобетон или гласмаса с конично дъно и херметично покритие. В тях се извършва анаеробна стабилизация на излишните активни утайки и тези от първичните утайители.

При метановата стабилизация на утайките се отделят въглероден диоксид, метан, сероводород, водород и кислород.

В градските пречиствателни станции за отпадъчни води се получават различни видове утайки. Класифицирането им се базира в зависимост от произхода, качествата и свойствата, които притежават, от приетия метод на третиране и местата на тяхното отделяне [10, 11].

Взети са за анализ е оценка първични утайки от първичните утайители, вторична утайка от вторичните утайители, смесена утайка обезводнена на лентовите филтърпреси, смесена утайка от лентовите филтърпреси- престояла, утайка на входа на метантанка и утайка престояла повече от 1 година. Утайките са анализирани за съдържание на основните макро и микроелементи, тежки метали, органично вещество и съдържание на органични замърсители, съгласно изискванията на Наредбата за използване на утайки чрез употребата им в земеделието.

Използвани са следните методи за анализ [2].

- Determination of the reaction of the medium / pH / — BS EN 12176:2000;
- Determination of dry residue and water content — BS EN 12880:2003;
- Determination of total organic carbon — BS EN 13137:2005;
- Determination of total nitrogen — BS ISO 11261:2002;
- Determination of mineral nitrogen forms: ammonium / NH_4^+ -N / and nitrate / NO_3^- -N / — BS ISO 14255:2002;
- Definition of mobile forms of phosphorus / P / — BS ISO 11263:2002;
- Determination of rolling potassium / K / — determination is carried out by methods of M.Milcheva used in ISSAPP "N.Pushkarov.";
- Determination of the solubility of sulfur / S / as sulphate / SO_4 / — VM-1: 2007;
- Determination of total phosphorus content / P / potassium / K / calcium / Ca / Magnesium / Mg /, heavy metals — cadmium / Cd / chrome / Cr / nickel / Ni /, copper / Cu / Zn / Zn /, Pb / Pb / mercury / Hg / arsenic and / AS / — BS EN-13346: 2000, VM-1: 2007;
- Determination of persistent organic compounds / POPs /;
- Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons / PAB / — BS ISO 17993:2003;
- Determination of polychlorinated biphenyls / PCBS / — BS ISO / CDIS 10382:2002;
- Detection and identification of microbiological indicators:
- Disputes sulfitedutsirashti anaerobes — BS EN 26461-2:2004;
- E. coli and coli-forms bacteria — BS EN ISO 9308-1:2004.

RESULTS

The sediments contain significant amounts of organic and mineral matter. They are characterized by variable composition, which is amended in the process of their treatment /4/.

The chemical composition influences the dewatering characteristics of the sludge, the processes of biological stabilization and their utilization for agriculture and land restoration.

Research results for heavy metals in sediments from different treatment locations have found that the reported values were below the concentration limits as required by the Ordinance on the use of sludge through its use in agriculture (Table 1). The highest values were observed in the sediment at the inlet of methane tank, probably due to mixing of the two streams of primary and secondary sludge.

The presence of increased levels of heavy metals cadmium, copper, nickel, lead, zinc, chromium, mercury and arsenic may hinder or stop the biological processes necessary for stabilization and disinfection of sludge. When using sludge for agricultural purposes, these elements can disrupt and delay the mineralization of organic matter, transformation and redistribution of nutritious elements. Receipt of cadmium in the body of mammals and human /mainly in soft tissues and stomach / is determined as a particularly hazardous, as there is semi extraction period by body $20 \div 30$ years [5].

Application of sewage with high content of heavy metals in soils should be avoided because these elements under certain conditions can accumulate in plants and move along the food chain into body of animals and humans, creating a danger for their health.

Mineral content of the sludge is characterized by a large variety of elements, located principally in salts or ionic forms of hydroxides and oxides. The main nutrients

- Определяне на реакцията на средата /рН/ — БДС EN 12176:2000;
- Определяне на сух остатък и съдържание на вода — БДС EN 12880:2003;
- Определяне на общ органичен въглерод — БДС EN 13137:2005;
- Определяне на общ азот — БДС ISO 11261:2002;
- Определяне на минерални азотни форми: амониев / NH_4^+ -N/ и нитратен / NO_3^- -N/ азот — БДС ISO 14255:2002;
- Определяне на подвижни форми на фосфор /P/ — БДС ISO 11263:2002.
- Определяне на подвижен калий /K/ — Определянето се извършва по методика на М.Милчева, която се използва в ИПАЗР "Н.Пушкарров";
- Определяне на водоразтворими количества на сярата /S/ като сулфат / SO_4 / — VM-1:2007;
- Определяне на общото съдържание на фосфор /P/, калий /K/, калций /Ca/, магнезий /Mg/, тежки метали — кадмий /Cd/, хром /Cr/, никел /Ni/, мед /Cu/, цинк /Zn/, олово /Pb/, живак /Hg/ и арсен /As/ — БДС EN-13346:2000, VM-1:2007;
- Определяне на устойчиви органични съединения /POPS/;
- Определяне на полициклически ароматни въглеводороди /PAB/ — БДС ISO 17993:2003;
- Определяне на полихлорирани бифенили /PCBS/ — БДС ISO/CDIS 10382:2002;
- Откриване и определяне на microbiological показатели:
- Спориви и сулфитредуциращи анаероби — БДС EN 26461-2:2004;
- E. coli и coli-формни бактерии — БДС EN ISO 9308-1:2004.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В утайките се съдържат значителни количества вещества от органичен и минерален произход. Те се характеризират с променлив състав, който се изменя в процеса на тяхното третиране /4/.

Химичният състав оказва влияние върху обезводнителните качества на утайките, процесите на биологичното им стабилизиране и тяхното оползотворяване за нуждите на земеделието и при рекултивация на нарушени терени.

Резултатите от изследванията за тежки метали в утайките от различни места на третиране установяват, че отчетените стойности са под ПДК, съгласно изискванията на Наредбата за използване на утайки чрез употребата им в земеделието (табл. 1). Най-високи стойности се наблюдават при утайките на входа на метантанка, вероятно поради смесване на двата потока първична и вторична утайка.

Наличието на повишено съдържание на тежките метали кадмий, мед, никел, олово, цинк, хром, живак и арсен могат да затруднят или преустановят биологичните процеси необходими за стабилизиране и обеззаразяване на утайките. При използване на утайките за земеделски цели, тези елементи могат да нарушат и забавят процесите на минерализация на органичното вещество, на трансформация и преразпределение на хранителните за растенията елементи. Постъпването на кадмий в организма на бозайниците и човека /основно в меките органи и стомаха/, се определя като особено опасно, тъй като има период на полуизвличане от организма $20 \div 30$ години [5].

Внасянето на утайки с високо съдържание на тежки метали в почвите не бива да се допуска, тъй като тези елементи при определени условия могат да се натрупат в растенията и да се предвизват по хранителната верига, да постъпят в организма на животните и човека, създавайки опасност за тяхното здраве.

Минерален състав на утайките се характеризира с голямо разнообразие от елементи, намиращи се главно във вид на соли и йонни форми на хидроксиди и оксиди.

for plants are nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, calcium and sulfur [2].

Our investigations of the essential nutritional components for plants showed that the highest content of total nitrogen was observed in the secondary sludge and those at the input of methane tank / 4.81% and 4.93% /. The content of total nitrogen is at least in the primary sludge / 0.50% / and in sludge stayed more than 1 year / 0.79%/. Similar are the results for total phosphorus and potassium. This is likely due to the specificity of their formation process at of the STP and atmospheric losses during storage. The reaction of the medium is neutral to slightly acidic in the primary sludge.

Stabilizing Sludge treatment, changing the chemical composition and usually reduces their fertilizing amount [4].

Relevant to the needs of agriculture are chemical forms of nitrogen. They are defined as organic or mineral. Under the influence of biochemical processes, the organic nitrogen in sediments partially passes into plant absorbable mineral form. Mineral nitrogen in sediments is about 1% of the total. Plant absorbable forms of nitrogen are ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-) salts. Concentration of nitrogen / $\text{NO}_3\text{-N}$ / sediments is low and is not determinative for purposes related to the utilization of sludge. Ammonium nitrogen / $\text{NH}_4^+\text{-N}$ / in the secondary sludge and sediment at the entrance of the methane tank have the highest values and its contents stay decreased in the sediments of the slug. Depending on the duration of drying, ammonium nitrogen reaches values lower than the one [7]. Investigations indicate that by increasing the amount of absolutely dry matter reduces the content of ammonia nitrogen in the sludge.

In the utilization of sludge for agricultural purposes if there not be other restraints, especially the presence of heavy metals in concentrations above the limit / MAC / and pathogens, the rate of fertilization is determined by the total nitrogen content in the sludge.

In sediments around two-thirds (2/3) of the phosphorus is in organic form, the content is subjected to fluctuations and have different accessibility for plants [4].

Usually total phosphorus content is between 1 ÷ 2 to 4% of the absolutely dry matter in the sludge and is affected by the process of sludge drying. In secondary sludge and those at the input of methane tank the total phosphorus content is highest compared to other sediments. In digesting suspensions of mud seals the amount of total phosphorus decreases during the drying and sludge stabilization on the field [4, 5].

In the utilization of sludge for agricultural purposes in year of introduction into the soil, the phosphorus (P) plant absorbed is 50% of its total content in the sediment and does not depend on the outcome formation [5]. Our research is confirming these values.

The content of potassium (K) is very low - less than 1%, often around 0.2% of the absolutely dry matter in the sludge. Low concentrations of potassium relate to increasing solubility of the potassium salts which are remain into released water use for treatment of sludge.

The magnesium content is about 1 to 3% of the absolutely dry matter in the sludge and is easily absorbed by plant, if the sludge is used in agriculture as a fertilizer [7]. Measured values of the studied sediments found highest levels of magnesium again for the sludge that is at the entrance of the methane tank.

Sludge produced by wastewater treatment are further enriched with calcium, because in the process of their treatment, sealing, conditioning, mechanical dewatering and disinfection to sediment suspension are added reagents in the form of lime - calcium hydroxide / $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /.

Главните хранителни елементи за растения са азот, фосфор, калий, магнезий, калций, сяра [2].

Нашите изследвания за основните хранителни за растения елементи показват, че най-високо съдържание на общ азот се наблюдава при вторичните утайки и тези на входа на метантанка /4,81% и 4,93%/. Съдържанието на общ азот е най-малко в първичните утайки /0,50%/ и престоялата повече от 1 година утайка /0,79%/. Подобни са и резултатите за общите количества фосфор и калий. Това вероятно се дължи на спецификата на процесите при тяхното образуване в пречиствателната станция и на атмосферни загуби през периода на съхранение. Реакцията на средата е неутрална до слабо кисела при първичната утайка.

При третиране на утайките с цел стабилизирането им, се променя химичния състав и най-често намалява тяхната наторителна стойност [4].

От значение за нуждите на земеделието са химичните форми на азота. Те се дефинират на органични и минерални. Под влияние на биохимични процеси, органичният азот в утайките частично преминава в усвоимата за растения минерална форма. Минералният азот в утайките е около 1 % от общия. Усвоимите за растенията форми на азота са амониите (NH_4^+) и нитрати (NO_3^-) соли. Концентрацията на нитратния азот / $\text{NO}_3\text{-N}$ / в утайките е ниска и не е определяща при целите свързани с оползотворяване на утайките. Амониите азот / $\text{NH}_4^+\text{-N}$ / във вторичната утайка и при утайката на входа на метантанка, са с най-високи стойности и съдържанието му намалява при престоя на утайките на изсушителни полета. В зависимост от продължителността на изсушаване, амониите азот достига стойности по-малки от единица [7]. Направените проучвания показват, че с увеличаване на количеството на абсолютно сухото вещество, намалява съдържанието на амониев азот в утайките.

При оползотворяване на утайките за нуждите на земеделието, при отсъствие на други ограничители, най-вече наличие на тежки метали с концентрации над пределно допустимите /ГДК/ и патогенни микроорганизми, нормата на торене се определя по общото съдържание на азот в утайките.

В утайките около две трети (2/3) от фосфора се намира в органична форма, като съдържанието му е подложено на колебания и има различна достъпност за растенията [4].

Обикновено съдържанието на общ фосфор е между 1÷2 до 4 % от абсолютно сухото вещество в утайките и се влияе от процеса на изсушаване на утайките. Във вторичните утайки и тези на входа на метантанка съдържанието на общ фосфор е най-високо в сравнение с останалите утайки. В утайковите суспензии от калоуплътнителите количеството на общ фосфор намалява с изсушаване и стабилизиране на утайките на изсушителни полета [4, 5].

При оползотворяване на утайките за нуждите на земеделието, в годината на внасяне в почвата, усвояването от растенията фосфор (P) е до 50 % от общото му съдържание в утайката и не зависи от изхода на нейното образуване [5].

Съдържанието на калий (K) е много ниско - под 1 %, най-често около 0,2 % от абсолютно сухото вещество в утайките. Ниските концентрации на калий са свързани с повишената разтворимост на калиевите соли, които при третиране на утайките остават в отделните се води.

Съдържанието на магнезий е около 1 до 3 % от абсолютно сухото вещество в утайките и се усвоява лесно от растенията, ако утайките се използват като торно средство в земеделието [7]. Измерените стойности при изследваните утайки установяват най-високи стойности за магнезии отново при утайките на входа на метантанка.

Утайките получени при пречистване на отпадъчните води са допълнително обогатени с калций, тъй като при прилагане на различните методи за тяхното третиране, при процесите на уплътняване, кондициониране, механично обезводняване и обеззаразяване, към утайката суспензия, се добавят реагенти във вид на вар - калциев хидроксид / $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /, т.н.

2 / and calcium oxide / CaO /.

The calcium content is generally highest in sediments from filter press, followed by digesting slurries of mud seals and significantly decreased in the sediments staying in slug, the lowest calcium content is in the sludge standing 12 months at the field [3, 4].

Our studies do not confirm this view the lowest concentration of potassium is established in sludge standing more than 1 year at the slug.

The content of the total sulfur (S) [22] in the dewatered and dried sludge is about 2% of absolute dry matter, between 1 to 27% of them are in the inorganic form, as sulfate (SO_4) and less frequently as sulphide (S^{2-}). The obtained values for sulphate sulfur are not in high concentrations.

Microelements contained in the sludge such as copper, manganese, zinc, selenium, boron, molybdenum etc., in small amounts and low concentrations are required by plants.

The toxic effect of manganese occurs at higher concentrations, while copper and zinc, before reaching a danger to humans and animals concentrations, particularly sensitive is a vegetable crops, better resistance have grassy species. These chemical elements cause chlorosis and strongly suppress the growth of plants.

Microelements molybdenum, cobalt and selenium rarely accumulate to toxic levels in sediments obtained from the treatment of domestic wastewater.

In sludge are contained toxic elements not requiring from plants such as cadmium, lead, mercury and arsenic. These elements, under certain conditions, can accumulate in plants and to be transfer and accumulate in the trophic chain, creating a health risk to humans and animals. This severely limits the use of sludge for agriculture [1, 4]. As mentioned above, the different heavy metals at the indicated in Table. 1 sediments are below MAC and not represent any danger of using this sludge in practice.

Chemical - Organic compounds are substances that above the limit concentrations / MAC / are hazardous to the health of animals and humans. These are organic chlorine compounds, polychlorinated biphenyls, polycyclic aromatic hydrocarbons, petroleum hydrocarbons, phenols, etc. They are characterized by high toxicity. Most of them are poorly soluble or insoluble in water. Some of them, such as phenols are narcotic with neurotropic effect. Petroleum hydrocarbons have different bioaccumulation in living organisms. Low molecular weight (light) fraction having high solubility and enter in to the body at a molecular level, they are highly toxic. From the high molecular fraction more toxic are aromatic petroleum hydrocarbons, they are water-insoluble, high lipophilicity / dissolve in fats and fatty tissues in the body of humans and animals / and they are transmitted in food chain [11].

The organic composition of the sludge is characterized by a large variety. Along with household organics passed into wastewater in this composition, even with a small mass fraction, also takes part organohimichni compounds. Most of them are toxic and is classified as pollutants. The identification of sediments is facing a number of difficulties (Table 2).

Sometimes in sediments presents persistent organic pollutants / POPs / in quantities above limit values / MAC /, but their identification is difficult due to the low threshold of detection and availability of equipment for this purpose. These are chlorine-organic compounds, polychlorinated biphenyls / PCBs / and polycyclic aromatic hydrocarbons / PAH /. They are lipophilic and highly toxic substances accumulate in the fatty and connective tissue of animals and plants, transmitted to a

гасена вар/и калциев оксид /CaO, т.н. негасена вар/.

Съдържанието на калций, обикновено е най-високо в утайките от филтърпресите, следвано от утайковите суспензии от калопултнители и значително намалява при престояване на утайките на изсушителни полета, като най-ниско е съдържанието на калций в престоялата 12 месеца утайка [3, 4].

Нашите изследвания не потвърждават това становище, като най-ниско е съдържанието на калий в престоялата повече от 1 година утайка.

Съдържанието на обща сяра (S) [22] в обезводнена и изсушена утайка е около 2 % от абсолютно сухото вещество, от които между 1 до 27 % са в неорганична форма, във вид на сулфат (SO_4) и по-рядко като сулфид (S^{2-}). Получените от нас стойности за сулфатна сяра не са във високи концентрации.

В малки количества и ниски концентрации, необходими за растенията в утайките са микроелементите: мед, манган, цинк, селен, бор, молибден и други.

Токсичното влияние на мангана се проявява при високи концентрации, а на медта и цинка преди достигане на опасните за животните и човека концентрации, като почувствителни са зеленчуковите култури, а с по-добра устойчивост тревните видове. Те причиняват хлороза и силно подтискат растежа на растенията.

Микроелементите молибден, кобалт и селен рядко се натрупват в токсичен порядък в утайките, получени при пречистване на битови отпадъчни води.

В утайките се съдържат токсични елементи, като кадмий, олово, живак и арсен, от които растенията не се нуждаят. Тези елементи, при определени условия могат да се натрупат в растенията, да се пренесат и акумулират по трофичните вериги и създават риск за здравето на животните и човека. Това силно лимитира използването на утайките за целите на земеделието [1, 4]. Както споменахме по-горе, изследваните тежки метали при посочените в табл. 1 утайки са под ПДК и не представляват опасност при използване на утайките в практиката.

Органо-химичните съединения са вещества, които в концентрации над пределно допустимите / ПДК / са опасни за здравето на животните и човека. Това са хлорорганични съединения, полихлорирани бифенили, полициклични ароматни въглеводороди, нефтени въглеводороди, феноли и други. Характеризират се с висока токсичност. Повечето са малко или неразтворими във вода съединения. Някои от тях, като фенолите имат наркотично, нервотропно действие. Нефтените въглеводороди са с различна биоаккумуляция в живия организъм. Ниско молекулните (леки) фракции имат голяма разтворимост и проникват в организма на молекулярно ниво, те са силно-токсични. От високо молекулните фракции по-токсични са ароматните нефтени въглеводороди, те са водонеразтворими, с висока липофилност /разтварят се в мазнини и масните тъкани в организма на животните и човека/ и се предават по хранителната верига [11].

Органичният състав на утайките се характеризира с голямо разнообразие. Наред с битовата органика, преминала в отпадъчните води, в този състав, макар и с малък тегловен дял, участвуват и органохимични съединения. Последните, повечето от които токсични, се определят като замърсители. Тяхната идентификация в утайките среща редица трудности (табл. 2).

Понякога в утайките присъстват устойчиви органични замърсители /POPs/ в количества над пределно допустимите концентрации /ПДК/, но идентификацията им е затруднена поради ниския праг на откриваемост и наличната за целта апаратура. Това са хлор-органични съединения, полихлорирани бифенили /PCBs/ и полициклични ароматни въглеводороди /PAH/. Те са липофилни и силно токсични вещества, натрупват се в масната и съединителната тъкан на растенията и животните, предават се по хранителната

food chain and humans took them in concentrated amounts. Typical of persistent chlorinated organic compounds is that they are stored for long periods in the soil and may enter into the food product. They accumulate in the body of animals and humans, but do not decompose; the only way to remove it is through breast milk. They have slowed carcinogenic and mutagenic effects [9]. The research results of organic pollutants from sludge after band filter presses show that the values of polyaromatic hydrocarbon and polychlorinated biphenyls are under MAC (Table 2).

Once in soil, organ chemical compounds are adsorbed by the solid particles in the soil solution. Adsorbed molecules leave the surface of mineral (clay) and organic (humic substances) colloidal particles are distributed in the soil compartment / a process of desorption and diffusion in soil / is performed exchange between ions and organ chemical compounds undergo chemical and biochemical transformations. Under favorable environmental conditions / humidity, presence of microorganisms, organic matter content / biochemical degradation processes proceed more intensively, carried out gradual degradation of substances and mineralization of organic substances in the soil solution.

Part of organ chemical compounds can migrate into the depth of the soil profile or accumulate on the border between the solid particles and soil solution and be exported with runoff into the environment [5]. Another part of them can be returned to the environment as a result of climatic conditions: wind speed / process of blowing / air temperature and relative humidity / processes of evaporation / in which can enter in a variety of interfacing with other substances present in the same environment and move to safe or form other hazardous substances [3].

Total organic content of the sediments is expressed as a percentage by weight of total solids of the sludge and their basic characteristics.

Organic carbon (C) – in the organic matter contained in sediments predominant element is carbon (C). In a carbohydrate it is 40 ÷ 45%, in the fat - 70 ÷ 75%. In proteins the carbon (C) is between 40 ÷ 55% and the organic nitrogen (N) at 15 ÷ 18%. In primary sludge proteins are about 25%, while in the excess sludge is containing 50% protein, 20% fat and up to 8% carbohydrates. In fresh sludge resulting from the treatment of domestic wastewater, the total organic content is different. In primary sludge, it is about 55 ÷ 65% in secondary, about 65 ÷ 75% and the mixed sludge about 60 ÷ 70% [10]. When sludge staying in slug, a process of biodegradation of organic and stabilized sludge total organic content in them decreases [11]. Our studies of organic carbon showed approximately equal amounts with the exception of mixed sludge and this stayed more than 1 year.

In the organic substance contains the main part of the nitrogen in the sludge. To be absorbed by plant organic nitrogen must pass in mineral form in the form of nitrate / NO_3^- , nitrite / NO_2^- and ammonium / NH_4^+ / ions. Mineralization is a process through which the organic nitrogen in the sludge is converted into mineral. It takes place in two stages - ammonification and nitrification.

In Table 1 the content of dry matter in different sludge's varies from 0.90 to 66.96%. In dewatered mixed sludge on band filter presses, in standing mixed sludge from the filter and sludge stay more than one year are with a higher dry matter content. It defines them as biomass, which is fit for transport and spreading with mobile transport. The remaining sludge are liquid consistency and can be transported and spread with tanks, if they satisfy the requirements of the legislation. Values of nutritious macroelements- nitrogen, phosphorus and potassium show that sludge's having suitable agrochemical properties. They can be used as fertilizer source to enrich the soil with organic matter. The content of heavy metals in

верига и човекът ги поема в концентрирано количество. Характерно за хлорсъдържащите устойчиви органични съединения е, че се съхраняват продължително време в почвата и могат да попаднат в хранителната продукция. Те се натрупват в организма на животните и човека, но не се разграждат, единственият начин да се отделият от него е чрез майчината кърма. Имат забавено канцерогенно и мутагенно действие [9]. Резултатите от изследванията на органични замърсители от утайки след лентовите филтърпреси и показват че стойностите на полиароматните въглеводороди и полихлорирани бифенили са под ПДК (Табл 2).

Попадали в почвата, органико-химичните съединения се адсорбират от твърдата фаза на частиците в почвения разтвор. Адсорбираните молекули напускат повърхността минералните (глини) и органични (хумусни вещества) колоидни частици и се разпределят в почвената среда /протича процес на десорбция и дифузия в почвата/, извършва се обмен между йоните и органико-химичните съединения претърпяват химични и биохимични трансформации. При благоприятни условия на средата /влажност, наличие на микроорганизми, съдържание на органично вещество/, биохимичните процеси на разлагане протичат по-интензивно, извършва се постепенно разграждане на веществата и минерализиране на органичните субстанции в почвения разтвор.

Част от органико-химичните съединения могат да мигрират в дълбочина на почвения профил или да се натрупат на границата между твърдата фаза на частиците и почвения разтвор и се изнесат с повърхностния отток в околната среда [5]. Друга част от тях могат да се върнат в околната среда в резултат на климатичните условия: скорост на вятъра /процеси на издухване/, температура на въздуха и относителна влажност /процеси на изпарение/, при което могат да влязат в различни взаимодействия с други вещества, присъстващи в същата среда и да преминат в безопасни или да образуват други опасни вещества [3].

Общото органично съдържание на утайките се изразява в проценти от масата на общия сух остатък на утайките и е основна тяхна характеристика.

Органичен въглерод (C) – В органичните вещества, съдържащи се в утайките, преобладаващ елемент е въглеродът (C). Във въглехидратите той е 40÷45 %, в мазнините – 70÷75 %. В белтъчините въглеродът (C) е между 40÷55 %, а органичният азот (N) към 15÷18 %. В първичните утайки белтъчините са около 25 %, докато в излишните активни утайки /МАУ/ се съдържат до 50 % белтъчини, до 20 % мазнини и до 8 % въглехидрати. В пресните утайки, получени при пречистване на битови отпадъчни води, общото съдържание на органични вещества е различно. В първичните утайки то е около 55÷65 %, във вторичните, около 65÷75 % и при смесените утайки около 60÷70 % [10]. При престоя на утайките на изсушителни полета, протичат процеси на биохимично разграждане на органиката и при стабилизираните утайки общото органично съдържание в тях намалява [11]. Нашите изследвания за органичен въглерод показват приблизително еднакви стойности с изключение на смесените утайки и престоялите повече от 1 година.

В органичното вещество се съдържа основната част от азота в утайката. За да бъде усвоен от растенията органичният азот трябва да премине в минерална форма във вид на нитратни / NO_3^- , нитритни / NO_2^- и амониумови / NH_4^+ / йони. Минерализацията е процес, чрез който органичният азот в утайката се трансформира в минерален. Тя протича в две фази – амонификация и нитрификация.

В Табл 1 съдържанието на сухо вещество в различните утайки варира от 0,90 до 66,96%. Смесените утайки, обезводнените на лентовите филтърпреси, престоялите смесени утайки от филтърпресите и престоялата повече от 1 година утайка са с по-високо съдържание на сухо вещество. Това ги определя като биомаса, която е годна за извозване и разпръскване с мобилен транспорт. Останалите утайки имат течна консистенция и могат да се извозват и разпръскват с цистерни, ако отговарят на изискванията на законодателството. Стойностите на хранителните за растенията макроелементи азот, фосфор и калий показват, че утайките имат подходящи агрохимични свойства. Те могат да се използват като торови средства и източници за обогатяване на почвите с органично вещество.

them is below those specified in the Regulation on the use of sludge in agriculture MAC, this means do not require restrictions on the use of sludge.

Съдържанието на тежки метали в тях е под посочените в Наредбата за използване на утайките в земеделието ПДК, т.е. не са необходими ограничения при използването на утайките.

Table 1 / Таблица 1
Chemical and Agrochemical characterization of sludge from SCWWTS from different locations of treatment / Химична и агрохимична характеристика на утайки от СГПСОВ от различни места на третиране

Indicators / Индикатори	Primary sludge / ървична утайка	Secondary sludge / Вторична утайка	Mixed sludge, dewatered in filter presses / Смесена дехидратирана утайка от преса	Stayed sludge / Престояла утайка	Sludge at the entrance of the methane tank / Утайка от изхода на метан танк	Sludge stayed more than 1 year / Ътайка престояла повече от 1 година
Dry matter / Суха материя	4.90 / 4,90	0.90 / 0,90	41.81 / 41,81	56.46 / 56,46	2.96 / 2,96	66.96 / 66,96
pH / H ₂ O	5.53 / 5,53	7.52 / 7,52	7.66 / 7,66	6.63 / 6,63	7.22 / 7,22	7.34 / 7,34
Organic carbon / Органичен С [%]	28.61 / 28,61	25.37 / 25,37	28.08 / 28,08	14.5 / 14,5	30.59 / 30,59	5.63 / 5,63
Total nitrogen / Общ азот [%]	0.50 / 0,50	4.81 / 4,81	2.7 / 2,70	1.14 / 1,14	4.93 / 4,93	0.79 / 0,79
N-NH ₃	2352	2419	582	<50	6707	50
N-NO ₃	<50	184	<50	1100	<50	291
Total P / Общ Р [%]	19517	41276	8606	17202	51364	3733
Total K / Общ К [%]	5037	9955	1359	2840	9338	1772
Mobil. P / Мобилен Р [%]	0.11 / 0,11	2	0.08 / 0,08	0.17 / 0,17	0.31 / 0,31	0.02 / 0,02
Mobil.K / Мобилен К [%]	0.17 / 0,17	0.94 / 0,94	0.10 / 0,10	0.08 / 0,08	0.37 / 0,37	0.05 / 0,05
Ca [%]	49913	25869	17648	43685	92433	42379
Mg [%]	11202	10387	3146	7670	20199	10001
S-SO ₄	340	1397	138	8458	199	6971
Pb [mg/kg]	97	41	24	77	159	78
Cd [mg/kg]	4	3	1	2	6	1
Cu [mg/kg]	497	308	114	297	778	179
Ni [mg/kg]	41	41	10	25	85	24
Cr [mg/kg]	83	95	22	57	174	35
Zn [mg/kg]	1545	947	385	894	2587	461
As [mg/kg]	13	<5	<5	8	<5	<5
Hg [mg/kg]	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Table 2 / Таблица 2
Content of POPs in sediments from band filterpresses in mg / kg dry matter polycyclic aromatic hydrocarbons / Съдържание на устойчиви органични замърсители в утайки от лентовите филтърпреси в мг/кг сухо вещество, полициклични ароматни въглеводороди

INDICATORS/ Индикатор	I Sample / Първа проба	II Sample / Втора проба
naphthalene	0.12 / 0,12	0.11 / 0,11
acenaphthene	0.022 / 0,022	<0.20 / 0,020
acenaphthylene	0.021 / 0,021	0.02 / 0,02
fluorine	0.05 / 0,05	<0.20 / 0,020
phenanthrene	0.16 / 0,16	0.15 / 0,15
fluoranthene	0.12 / 0,12	0.14 / 0,14
heather	0.16 / 0,16	0.17 / 0,17
anthracene	0.028 / 0,028	-
Benzo / a / anthracene + crisis	0.024 / 0,024	0.12 / 0,12
Benzo / a / pyrene	<0.010 / 0,010	0.05 / 0,05
Benzo / b + k / fluoranthene	<0.010 / 0,010	0.07 / 0,07
Benzo / a / pyrene	<0.010 / 0,010	0.10 / 0,10
Indeno / 1, 2, 3 cd / pyrene	<0.010 / 0,010	0.07 / 0,07
Dibenzo / a, h / Anthracene	<0.010 / 0,010	<0.020 / 0,020
Benzo / d, h / Detergent	<0.010 / 0,010	0.10 / 0,10
MAC	6.5 / 6,5	6.5 / 6,5

Polychlorinated biphenyls / Полихлорирани бифенили [PCBs]

Indicators / Индикатор	I Sample / Първа проба	II Sample / Втора проба
PCB 28	0.005 / 0,005	<0.003 / <0,003
PCB 52	0.027 / 0,027	0.014 / 0,014
PCB 101	0.005 / 0,005	0.004 / 0,004
PCB 105	0.003 / 0,003	<0.003 / <0,003
PCB 118	0.007 / 0,007	0.004 / 0,004
PCB 138	0.004 / 0,004	0.01 / 0,01
PCB 153	0.007 / 0,007	<0.003 / <0,003
PCB 156	<0.002 / <0,002	<0.003 / <0,003
PCB 180	<0.002 / <0,002	<0.003 / <0,003
MAC	1	1

Data on the chemical structure and carcinogenic potential of organic compounds from the group of Poly Aromatic Hydrocarbons indicate that they are under the MAC specified in the Regulation of sediments. This also

Данните за химичната структура и канцерогенен потенциал на органични съединения от групата на полиароматните въглеводороди показват, че те са под ПДК, посочени в Наредбата за утайки. Това се отнася и за полихлорните

applies to polychlorinated biphenyls. Sources that mimic the Poly Aromatic Hydrocarbons in the environment can be divided into anthropogenic (fixed and mobile) and natural. Fixed are any building, factory and equipment, installations which separate one or several persistent organic pollutants directly or indirectly into the atmosphere. Mobile sources are vehicles that use gasoline or diesel fuel.

CONCLUSIONS

Test of SCWWTS sludge's from different locations of treatment are heterogeneous biomass, rich in organic compounds and plants nutrition for chemical elements. Their composition resembles NPK fertilizer and can be used in agriculture. The content of heavy metals is in below MAC.

Sustainable organic pollutants in sediments are below MAC specified in the Regulation and present no danger when using sludge to maintain and improve soil fertility and crop yields in practice.

Of the surveyed sediments with the best qualities is sludge from band filter presses those stayed a long time. It is necessary to have studied sediment for microbiological indicators to fully meet the requirements of the legislation.

Acknowledgements- The authors express their high appreciation to the Bulgarian National Science Fund for its financial support to the Project № ДФНИ – E01/3 ОТ 27.11.2012г

REFERENCES

- [1]. Directive 86/278/EEC - *Preservation of the environment and in particular of the soil in the case of the use of treatment plant sludge in agriculture*;
- [2]. International and European standards for sewage sludge, soil and water-Institute for Standardization, Sofia;
- [3]. Kozarev I (2010) - *Environmental monitoring*, Lecture notes UCTM Sofia;
- [4]. Marinova S. (2002) - *Agroecological assessment of sewage sludge waste water and basic approaches for use in agriculture*, Hab. work for obtaining the rank of Professor;
- [5]. Marinova S (2008) - *Sludge from WWTP and rules for their use*, "Publish Sai Set-Eco", Sofia;
- [6]. Marinova S. et al. (1996-1999) - *The project environmentally friendly technologies for the use of sewage sludge as a means recurrently*. Archive of ISSAPP "N. Poushkarov";
- [7]. *Ordinance on the manner of utilization of sludge from wastewater treatment through its use in agriculture*, approved by Decree № 339 of 2004 (promulgated, SG. 29 from 08.04.2011, amend. SG 0.29 from 08.04.2011);
- [8]. Report of the EEA Sofia, 2011 under Art. 16, para. 2 of the Ordinance on the terms and conditions for use of sludge from wastewater treatment through its use in agriculture;
- [9]. Terlemezyan (2006) - *Assessment of environmental impact*, lecture notes. UCTM Sofia;
- [10]. Tsachev W (2000) - *Treatment of domestic wastewater*, Ed "Technology" Sofia;
- [11]. Turovskiy I. S (1988) – *Treatment of sewage sludge from waste water*. Stroyizdat Publiher, Moscow.

бифенили /ДДТ/. Източниците, които имитират полиароматните въглеводороди в околната среда могат да се разделят на антропогенни (стационарни и мобилни) и природни. Стационарни са всяка сграда, фабрика, оборудване, инсталация, които отделят един или няколко устойчиви органични замърсители, директно или индиректно в атмосферата. Мобилните източници са моторните превозни средства, които използват бензин или дизелово гориво.

ИЗВОДИ

Изследваните утайки от СГПСОВ от различни места на третиране представляват хетерогенна биомаса, богата на органика и съставки на хранителните за растенията химични елементи. Съставът им наподобява азотно-фосфорен тор с възможност да се използват в земеделието. Съдържанието на тежки метали е под ПДК.

Устойчивите органични замърсители при утайките са под ПДК, посочени в Наредбата и не представляват опасност при използване на утайките за поддържане и повишаване на почвеното плодородие и добивите от земеделски култури в практиката.

От изследваните утайки с най-добри качества са утайките от лентовите филтърпреси и тези престояли продължителен период от време. Необходимо е да са изследват утайките и за microbiological показатели с цел напълно да отговорят на изискванията на законодателството.

Благодарности Авторите изказват големи благодарности на Българския Национален фонд за научни изследвания за финансовата си подкрепа за проекта № ДФНИ - E01 / 3 ОТ 27.11.2012г

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Директива 86/278/ЕЕС - *Опазване на околната среда и в частност на почвите в случаите на употреба на утайки от пречиствателни станции в земеделието*;
- [2]. Международни и Европейски стандарти за утайки от ПСОВ, почви и води-Институт по стандартизация, София;
- [3]. Козарев И (2010) - *Екологичен мониторинг*, лекционни записки ХТМУ София;
- [4]. Маринова С (2002) - *Агроекологична оценка на утайките от пречиствателните станции за отпадъчни води и основни подходи при използването им в земеделието*, хаб. труд за получаване на званието Професор;
- [5]. Маринова С (2008) - *Утайки от ПСОВ и правила за тяхното оползотворяване*, Изд. "Тъблиш Сай Сет-Еко", София;
- [6]. Маринова С (1996-1999) - *И колектив. Проект ССА г. Екологосъобразни технологии за използване на утайките от ПСОВ като торно средство*, Архив на ИПАЗР "Н. Пушкарров".
- [7]. *Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието*, приета с ПМС № 339 от 2004 г. (обн., ДВ, бр. 29 от 08.04.2011 г., изм. ДВ, бр.29 от 08.04.2011 г.);
- [8]. Доклад на ИАОС София, 2011 г. по чл. 16, ал. 2 на Наредбата за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието;
- [9]. Терлемеzyan (2006) - *Оценка на въздействието върху околната среда*, лекционни записки, ХТМУ София;
- [10]. Цачев Ц. (2000) - *Пречистване на битови отпадъчни води*, Изд. "Техника" София;
- [11]. Туровский И. С (1988) - *Обработка осадков сточных вод*. Стройиздат Москва.

CHARACTERISTIC OF GREENHOUSE GAS EMISSION FROM THE AGRARIAN SECTOR OF BULGARIA AND ROMANIA AS CLIMATE CHANGE MITIGATION FACTORS

ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕМИСИИТЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ ОТ АГРАРНИЯ СЕКТОР НА БЪЛГАРИЯ И РУМЪНИЯ КАТО ФАКТОР ЗА ИЗМЕНЕНИЕ НА КЛИМАТА

Prof. Ph.D. Mitova T., Assist. Prof. Ph.D. Petrova V.

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia / Bulgaria

Tel: +359 2 824 61 41; E-mail: tmitova@mail.bg

Abstract: Addressing climate change requires two types of response. Firstly, and importantly, we must reduce our greenhouse gas emissions (GHG) (i.e. take mitigation action) and secondary we must apply adaptation actions to deal with the unavoidable impacts. In the last 1-2 years the European Commission has adopted a number of documents requiring measures to be taken to adapt the agricultural sector and mitigate the effects of climate change. The aim of this study was to analyze the structure of the greenhouse gas emissions from the agricultural sector in both countries Bulgaria and Romania and to track out the trend and the opportunity to fulfil their obligations assumed under the Kyoto Protocol. This is particularly important for the development of strategies for mitigation and adaptation of agriculture at local, regional and national level.

Keywords: greenhouse emissions, climate change, sector agriculture

INTRODUCTION

Nowadays, climate change offers a double challenge. First of all, the severe impacts of climate change can only be prevented by timely and significant reductions in greenhouse gas (GHG) emissions. Globally, agricultural activities emit 58 % of the anthropogenic emissions other than CO₂ (84 % of emissions of nitrogen oxides, 47 % of methane and 14 % of the total anthropogenic emission). According to the fourth IPCC report, greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs and SF₆) have increased by 70 % (from 28.7 to 49 Gt equivalent CO₂) for the period 1970 – 2004 and by 24 % for the period 1990 – 2004. Total emissions from the agricultural sector have been increased significantly (27 %). Therefore, the mitigation is such an imperative for the international community, so in 2007, the State and Government leaders of the EU unanimously agreed to reduce greenhouse gas emissions by at least 20 % till 2020, and by 30 % in case of conclusion of world-wide and comprehensive agreement. It was also called for a reduction world-wide, with up to 50 % by 2050 compared to 1990 levels [1, 3].

Therefore, the rapid transition to a global low carbon economy is the main pillar of the integrated EU policy on climate change and power engineering, to achieve the goal of EU of limiting the rise in the average global temperature down to 2°C compared to the pre-industrialization levels. Upon a change of more than 2°C, the risk of dangerous and unpredictable climate change increases significantly and the adjustment cost escalate. Climate change will have a serious impact on Europe's natural environment and nearly all sectors of society and the economy. Southern Europe and the Mediterranean are strongly affected due to the combined effect of the high increases of temperature and reduced precipitation rates. Addressing climate

Резюме: За смекчаване изменението на климата са необходими два вида действия. На първо място важното е, че трябва да се намалят емисиите на парникови газове (ПГ) (т.е. да предприемем смекчаващи действия) и второ - трябва да се прилагат действия за адаптиране и справяне с неизбежните въздействия. През последните 1-2 години Европейската комисия прие редица документи, изискващи да бъдат предприети мерки за адаптиране на земеделския сектор и смекчаване на последиците от изменението на климата. Целта на това проучване е да се анализира структурата на емисиите на парникови газове от сектора на селското стопанство в двете страни България и Румъния и да се проследят тенденциите и възможностите да се изпълняват задълженията, поети по силата на Протокола от Киото. Това е особено важно за развитието на стратегии за смекчаване и приспособяване на селското стопанство на местно, регионално и национално ниво.

Ключови думи: парникови емисии, изменение на климата, селско стопанство

ВЪВЕДЕНИЕ

В днешно време, изменението на климата предлага двойно предизвикателство. На първо място, най-тежките последици от изменението на климата могат да бъдат предотвратени единствено чрез навременно и съществено намаляване на емисиите на парникови газове (ПГ). В световен мащаб, селскостопанските дейности отделят 58% от антропогенните емисии, различни от CO₂ (84% от емисиите на азотни оксиди, 47% от метан и 14% от общото количество на антропогенните емисии). Според четвъртия доклад на IPCC, емисиите на парникови газове (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs и SF₆) са се увеличили с 70% (от 28,7 до 49 Gt CO₂ еквивалент) за периода 1970-2004г и с 24% за периода от 1990 - 2004г. Общите емисии от селскостопанския сектор са се увеличили значително (27%). Поради това, че ограничаването е толкова наложително за международната общност, през 2007г., държавите и правителствени ръководители на ЕС единодушно се съгласиха да намалят емисиите на парникови газове с поне 20% до 2020 г. и с 30% в случай на сключване на широко и всеобхватно споразумение. Също така бе отправен призив за намаляване в световен мащаб, с до 50% до 2050 г. спрямо нивата от 1990 г. [1, 3].

Следователно, бързото преминаване към световна нисовъглеродна икономика е основният стълб на интегрираната политика на ЕС относно изменението на климата и енергетиката, за да се постигне целта на ЕС за ограничаване повишаването на средната глобална температура до 2 °C в сравнение с предииндустриалните нива. При промяна с повече от 2 °C, рискът от опасно и непредвидимо изменение на климата значително се повишава и разходите ескалират. Изменението на климата ще окаже сериозно въздействие върху природната среда на Европа и върху почти всички сектори на обществото и икономиката. Южна Европа и Средиземноморието са силно засегнати, поради комбинирания ефект от високите покачвания на температурата и намалени ставки на валежите. Изменението на климата са необходими два

change requires two types of response. Firstly, and importantly, we must reduce our greenhouse gas emissions (GHG) (i.e. take mitigation action) and secondly we must apply adaptation actions to deal with the unavoidable impacts.

The aim of this study was to analyze the structure of the greenhouse gas emissions from the agricultural sector in Bulgaria and Romania and to track out the trend and the opportunity to fulfil their obligations assumed under the Protocol. This is particularly important for the development of strategies for mitigation and adaptation of agriculture at local, regional and national level.

Climate change and greenhouse gas emissions

Increase of the concentrations of greenhouse gases (carbon dioxide – CO₂, methane –CH₄ and nitrous oxides – N₂O) has been observed since the end of the 19th century. According to the Intergovernmental Panel on Climate Change, the global average temperature of the land surface has risen by 0.4-0.8 °C for the last 100 years due to the increased concentrations of greenhouse gases in the atmosphere (CO₂ emissions by 29 %, CH₄ emissions by 150 % and N₂O emissions by 15 %). It is believed that the continuing increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere would result in future changes in climate and ecosystems, leading to possible catastrophic changes in living conditions, economic activities and human health. There is convincing evidence presented in the Fourth Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 5 February 2007, Paris) [2], the observed changes in the climate system are significantly faster than these during the past millennia. Increasingly, Scientists and politicians agree that the changes are largely due to the increased level of the greenhouse gases, being strongly observed in the 19th century during the Industrial Revolution. Different computer models predict that the average global temperature at the land surface will rise with 2 °C till 2100 if the growth of the GHG emissions continues at the same rate, which would cause large variations in the weather parameters with strong impact on the agro industry and human health [6]. In the event that emissions are stabilized at level of 445-490 ppm (these are at level of 375 ppm in 2005), which is too ambitious task that would require the peak of global emissions of CO₂ to occur in 2015 with subsequent reduction by 50-85 % till 2050 compared to the level of 2000. This would limit the temperature increases to 2-2.4 °C. More severe warming will result from later occurrence of the peak. Any continuing increase of greenhouse gases could cause further warming in the 21st century, which will induce various changes in the global climate system, even larger than those observed during the past century. The changes will result in modifications to the amount and distribution of precipitation in many regions leading to a strong manifestation of very high temperatures, drought or floods. Due to the non-linear nature of the climate impacts and the sensitivity of ecosystems, even small temperature changes can have severe consequences.

In the last 1-2 years the European Commission has adopted a number of documents requiring measures to be taken to adapt the agricultural sector and mitigate the effects of climate change: Commission Green Paper on adapting to climate change in Europe – options for EU actions (COM, 2007/354); White Paper on Adapting to climate change - towards a European action framework (COM, 2009/147) as well as the working Paper "Adapting to Climate Change [3]: the Challenge for European Agriculture and Rural Areas" (SEC, 2009/417);

вида подход. На първо място, важно е, че ние трябва да намалим емисиите на парникови газове (ПГ) (т.е. да предприемем действия за смекчаване) и вторични - трябва да се прилагат действия за адаптиране и справяне с неизбежните въздействия.

Целта на това проучване е да се анализира структурата на емисиите на парникови газове от сектора на земеделието в България и Румъния и да се проследят тенденциите и възможности да изпълняват своите задължения, поети по силата на Протокола. Това е особено важно за развитието на стратегии за смекчаване и приспособяване на селското стопанство на местно, регионално и национално ниво.

Изменение на климата и емисиите на парникови газове

Увеличаване на концентрацията на парникови газове (въглероден диоксид - CO₂, метан CH₄ и азотни окиси - N₂O) се наблюдава от края на 19-ти век. Според Междуправителствения комитет по изменение на климата, средната глобална температура на повърхността на земята се е повишила с 0,4-0,8°C за последните 100 години, което се дължи на повишаване на концентрациите на парникови газове в атмосферата (емисиите на CO₂ с 29%, емисиите на CH₄ със 150 %, а емисиите на N₂O от 15%). Смята се, че продължаващото нарастване на концентрацията на парникови газове в атмосферата, би довело до по-нататъшни промени в климата и екосистемите, което води до възможни катастрофални промени в условията на живот, стопански дейности и човешкото здраве. Има убедителни доказателства, представени в четвъртия доклад на Междуправителствения комитет по изменение на климата (IPCC , 5 февруари 2007 г. в Париж) [2], че наблюдаваните промени в климатичната система са значително по-бързи от тези по време на миналото хилядолетие. Все по-често учени и политици са съгласни, че промените в голяма степен се дължат на повишено ниво на емисиите на парникови газове, което се наблюдава силно през 19 век по време на индустриалната революция. Различни компютърни модели прогнозират, че средната глобална температура на повърхността на земята ще се повиши с 2 °C до 2100г., ако ръстът на емисиите на парникови газове продължава със същата скорост, която може да предизвика големи промени в метеорологичните параметри със силно влияние върху селскостопанската промишленост и човешкото здраве [6]. В случай, че емисиите се стабилизират на ниво от 445-490 ppm (сега са на ниво от 375 ppm), което е външе амбициозна задача, изисква пикът на глобалните емисии на CO₂ да се появят през 2015г, с последващо намаление от 50 -85% до 2050 г. спрямо нивото от 2000 година. Това ще ограничи повишаването на температурата до 2-2.4°C. По-късното проявление на пика ще доведе до по-голямо затопляне. Всяко продължаващо увеличение на емисиите на парникови газове, може да доведе до допълнително затопляне през 21 век, което ще предизвика различни промени в глобалната климатична система, дори по-големи от тези, наблюдавани по време на миналия век. Промените ще доведат до изменения в количеството и разпределението на валежите в много региони, водещи до силна проява на много високи температури, суша или наводнения. Поради нелинеен характер на климатичните влияния и чувствителността на екосистемите, дори и незначителни температурни промени могат да имат сериозни последствия.

През последните 1-2 години Европейската комисия прие редица документи, изискващи да бъдат предприети мерки за адаптиране на земеделския сектор и смекчаване на последиците от изменението на климата: "Зелена книга за адаптиране към изменението на климата в Европа - възможни действия на ЕС" (COM, 2007/354); "Бялата книга за адаптиране към изменението на климата [3] - към европейска рамка за действие" (COM, 2009/ 147), както и работната книга "Адаптиране спрямо изменението на климата: предизвикателство за европейското селско стопанство и селски

Commission staff working document „The Role of European Agriculture in Climate Change Mitigation” (SEC 2009/1093) etc. European parliament resolution on EU agriculture and climate change (2009/2157) stresses that climate change due to accumulated greenhouse gases in the past is a scientific finding, which could have serious consequences for ecosystems; agriculture, being one of the economic activities managing the natural resources for the benefit of the mankind, is directly affected; that climate change is one of the most serious environmental threats. For these reasons two types of activities are required: mitigation (reducing the greenhouse gas emissions) and adaptation (to deal with the inevitable consequences). Therefore, the rapid transition to a global low carbon economy is the main pillar of the integrated policy on climate change and energy, to achieve the goal of limiting the rise in global average temperature below 2 °C with great consequences.

Commission clearly stated that in Southern Europe agricultural land is in a process of deterioration driven by the negative interaction between human activity and climate phenomena (European parliament resolution on the degradation of agricultural lands in the EU and especially in Southern Europe – response through the instruments of EU CAP, 12 March 2009).

Agriculture can be part of the solutions to combat the climate change in all three main directions – reducing its own emissions; enhancing carbon sequestration in arable soils; contributing to the production of renewable energy (p. 3. of the Accompanying working document to the White Paper of EU, SEC 2009, 417).

In 1997 conference in Kyoto, Japan, the countries in the UN Framework Convention on Climate Change agreed not only to stabilize the level of their emissions, but to reduce them by a certain percentage during the first commitment period of the Protocol (2008-2012).

Under the obligations of the States – parties to the Protocol, they should produce an annual report where the inventory includes the period from 1990 to two years before the year in which the report is prepared. There are six greenhouse gases – carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), perfluorocarbons (PFCs), hydrofluorocarbons (HFCs), sulfur hexafluoride (SF₆). Inventory of greenhouse gas emissions is carried out in generally accepted methodology, which allows the results to be comparable in equivalents of CO₂ [4, 5, 7].

Evaluation of the emissions from the agricultural sector in the countries of EU and Bulgaria and Romania

• European Union

The European Union (EU), as a party to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), reports annually on greenhouse gas (GHG) inventories for the year (t-2) within the area covered by its Member States (i.e. domestic emissions taking place within its territory) [1]. The present inventory also constitutes the EU 15 submission under the Kyoto Protocol and covers information and data from Member States available until 2011. Under the Kyoto Protocol, the EU 15 took on a common commitment to reduce emissions by 8 % between 2008 and 2012 compared to emissions in the base year. The EU 27 does not have a common target under the Kyoto Protocol in the same way as the EU 15. In 2010, EU-27 greenhouse gas emissions increased by 2.4% compared to 2009. This was due to the return to economic growth in many countries. The most important sector by far is energy,

райони " (SEC , 2009/417); работен документ на Комисията "Ролята на европейското селско стопанство за смекчаване на изменението на климата" (SEC 2009 / 1093) и др. Резолюцията на Европейския парламент относно селското стопанство в ЕС и изменението на климата (2009/2157) подчертава, че изменението на климата поради натрупаните в миналото парникови газове е научна констатация, която може да има сериозни последици за екосистемите; земеделието, като една от икономическите дейности, които управляват природните ресурси в полза на човечеството, е пряко засегнато; че изменението на климата е едно от най-сериозните заплахи за околната среда. Поради тези причини два вида дейности се изискват: смекчаване (намаляване на емисиите на парникови газове) и приспособяване (за справяне с неизбежните последици). Следователно, бързото преминаване към световна нисковъглеродна икономика е основният стълб на интегрираната политика в областта на изменението на климата и енергетиката, за да се постигне целта за ограничаване повишаването на средната глобална температура до 2°C, с големи последици.

Комисията ясно заяви, че в Южна Европа качеството на земеделската земя е в процес на влошаване, в резултат от отрицателно взаимодействие между човешката дейност и климатичните явления (Резолюция на Европейския парламент за процеса на разграждане на селскостопански земи в ЕС и особено в Южна Европа - противодействие чрез инструментите на ОСП на ЕС, 12 март 2009 г.).

Селското стопанство може да бъде част от решенията за борба с изменението на климата в трите основни направления - намаляване на собствените си емисии, повишаване потъпчането на въглерода в обработваемите почви; производството на енергия от възобновяеми източници (стр. 3 от придружаващия работен документ на Бялата книга на ЕС, SEC 2009, 417).

През 1997г. на конференцията в Киото, Япония, страните от Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата се съгласиха не само да се стабилизира нивото на емисиите, но и да ги намалят с определен процент по време на първия период на задължения по Протокола (2008-2012 г.).

Съгласно задълженията на държавите - страни по Протокола, те следва да изготвят годишен доклад, в който се включва периода от 1990 до две години преди годината, в която е изготвен доклада. Има шест парникови газове - въглероден диоксид (CO₂), метан (CH₄), азотен оксид (N₂O), перфлуорни въглеродороди (PFC), хидрофлуорни въглеродороди (HFC), серен хексафлуорид (SF₆). Инвентаризацията на емисиите на парникови газове се извършва по общоприетата методика, която позволява резултатите да бъдат съпоставими в еквиваленти на CO₂ (CO₂ eq) [4, 5, 7].

Оценка на емисиите от сектора на селското стопанство в страните от ЕС, България и Румъния

• Европейски съюз

Европейският съюз (ЕС), като страна по Рамковата конвенция на ООН по изменението на климата (UNFCCC), изготвя годишни доклади за емисиите на парникови газове (ПГ) (t-2) в рамките на зоната, обхваната от неговите държави-членки (т.е. национални инвентаризации се провеждат в рамките на нейната територия) [1]. Настоящата инвентаризация обхваща информация и данни от държавите-членки на разположение до 2011 година. Съгласно Протокола от Киото, за периода 2008 -2012 г ЕС-15 поеха общ ангажимент за намаляване на емисиите с 8% спрямо емисиите през базовата година. ЕС-27 все още няма обща цел по Протокола от Киото, по същия начин, както ЕС 15. През 2010г. емисиите на парникови газове за ЕС-27 се увеличават с 2.4% в сравнение с 2009 година. Това се дължи на връщането към икономически растеж в много страни. Най-важният сектор, до момента е енергийният, който емитира 79,7% от всички емисии в ЕС-27 през 2010

accounting for 79.7 % of total EU 27 emissions in 2010. The second largest sector is agriculture (9.8 %), followed by industrial processes (7.3 %). The CO₂ is the most significant gas (81.4%), follow by the N₂O (8.5%) and CH₄ (7.1%). Over the period 1990-2009, total aggregate GHG emissions excluding emissions/removals from land use, land-use change and forestry (LULUCF) for all Annex I Parties decreased by 11.5 per cent, and total GHG emissions/removals including LULUCF decreased by 17.6 per cent (Fig 1). For Annex I Parties with economies in transition (Annex I EIT Parties), GHG emissions excluding and including LULUCF decreased by 41.4 percent and 54.4 percent, respectively. For Annex I non-EIT Parties, GHG emissions excluding LULUCF increased by 2.1 per cent and GHG emissions including LULUCF increased by 0.6 per cent. Information in this document is based on national GHG inventory [2, 3].

The substantial NO₂ emission reduction from Agricultural sectors observed in a lot of EU members countries (Netherlands -60%; Germany-39%, Belgium-21%, United Kingdom -16%). This is caused by a relatively high decreased of N-inputs due to implementation Nitrogen Directive, the Common Agricultural Policy (CAP) and Landfill Waste Directive, which have also been successful in indirectly reducing the emissions. Greece reported that the reduction of synthetic nitrogen fertilizers use is attributed mainly to increase on the price of fertilizer as well as to increase in organic farming and to the impact of initiatives to promote good practice in fertilizer use [2, 3].

година. Вторият по големина сектор е селското стопанство (9.8%), следван от индустриалните процеси (7.3 %). CO₂ е най-значимият газ (81,4 %), следван от N₂O (8.5 %) и CH₄ (7.1 %). За периода 1990-2009 г. общите агрегирани емисии на парникови газове с изключение на емисиите / извеждане от земеползването, промените в земеползването и горското стопанство (LULUCF) за всички страни от Приложението е намалял с 11,5%, а общите емисии на ПГ /извеждане, включително LULUCF намалява с 17.6 % (Фигура 1). За страните с икономики в преход от Приложение I на Протокола емисиите на парникови газове, с изключване/включване на LULUCF намаляват с 41.4% и 54.4%. За приложение I извън ЕИТ страни, емисиите на парникови газове изключвайки LULUCF нарастват с 2.1%, а емисиите на парникови газове, включително LULUCF, са се увеличили с 0,6%. Информацията в този документ се основава на националните инвентаризации на парникови газове [2, 3].

Значителното намаляване на емисиите на NO₂ от земеделието е наблюдавано в много страни- членки на ЕС (Холандия -60%; Германия-39%, Белгия-21%, Великобритания -16%). Това се дължи на относително силното редуциране използването на азотни торове, дължащо се на прилагането на Нитратната директива, Общата селскостопанска политика (ОСП) и Директивата за депонирането на отпадъците, които също индиректно влияят за намаляване на емисиите. Гърция съобщава, че намалената употреба на минерални азотни торове се дължи основно на увеличаване на цената на торовете, увеличаване на биологичното земеделие, както и на въздействието на инициативи за популяризиране на добри практики в използването на торовете [2, 3].

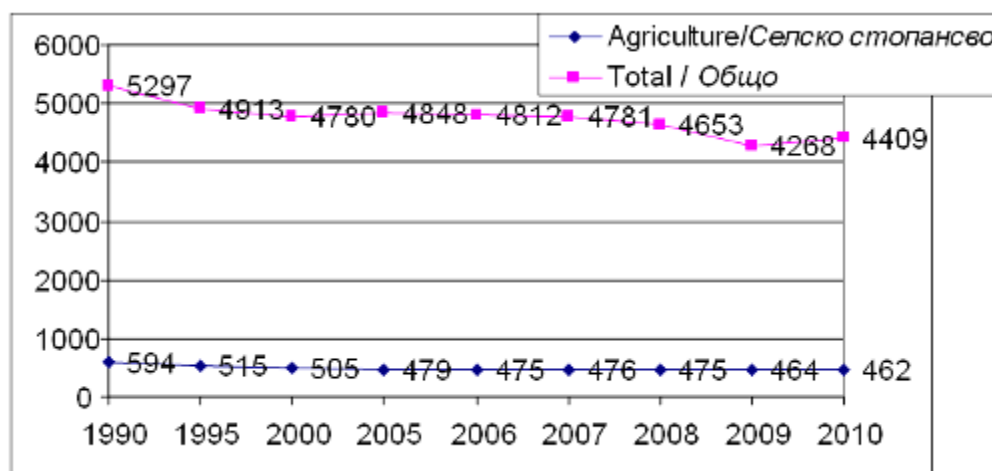


Fig. 1 - GHG emissions from the European Union-27 (total GHG emissions and emissions from agriculture) / Емисии на парникови газове от 27-те страни на Европейския съюз (обща емисии парникови газове и емисии от селското стопанство)

• **Romania.** The changes in the Romanian climate regime are framed within the global context, considering the regional conditions: the temperature increase will be more pronounced during the summer, while in north-western Europe the most pronounced temperature increase is expected in winter. Taking into account the estimates presented within the Fourth IPCC Assessment Report, in Romania it is expected a increase of the average annual temperature compared to the 1980-1990 similar to that specific to the whole Europe, Romania committed itself to reduce the greenhouse gas (GHG) emissions by 8% comparing to 1989 (base year) levels in the first commitment period 2008-2012 [1].

The most significant anthropogenic greenhouse gas is the carbon dioxide. Energy represents the most important sector in Romania, accounting for about 69% of the total

• **Румъния.** Промените в режима на климата на Румъния са в рамките на глобалния контекст, като се отчитат регионални особености: повишаване на температурата ще бъде по-изразено през лятото, а в северозападната част на Европа най-изразено увеличение на температурата се очаква през зимата. Взимайки предвид данните, представени в рамките на Четвъртия доклад на IPCC за оценка, при което за Румъния се очаква увеличение на средната годишна температура в сравнение с 1980-1990, подобна на тази специфична за цяла Европа, Румъния се ангажира, в първия период на задължения за периода 2008-2012 г., да намали емисиите на парникови газове (GHG) с 8% в сравнение с 1989 г. (базова година) [1].

Въглеродният диоксид е основният парников газ във общите емисии на Румъния. Енергийният сектор представлява най-важният сектор в Румъния, който

national GHG emissions in 2008. With the entire economy in transition, some energy intensive industries reduced their activities and it is reflected in the GHG emissions reduction (Proorocu, 2010). The considerable decrease in emissions compared to the previous years represented the second largest decrease in percentage terms across the whole EU.

The Agriculture sector accounted for 13.9% of the total GHG emissions in 2008, reaching 20,286.76 Gg CO₂ equivalent. Within the GHG emissions from the agriculture sector, the N₂O emissions have the largest contribution (in 2008, N₂O emissions contribution is 62.04% to the total Agriculture sector's CO₂ equivalent emissions), followed by the CH₄ emissions (that account for the remaining 37.96%). Over the period 1989–2008, the GHG emissions resulted from agriculture sector decreased by 49.28%. In case of emissions resulted from enteric fermentation and manure management, the descending trend reflects the decrease in animal population over the period. The rice cultivation generated in 2008 a significantly reduced emission compared to the base year 1989 (75.86% decrease comparing with the base year). Agriculture sector's CH₄ emissions decreased in 2008 with almost a half the level recorded in the base year (-48.8%). In 2008 the country reached a big reduction of the GHG emissions without LULUCF compare to the base year (46.89%).

According to the figures, there is a great probability for Romania to meet the Kyoto Protocol commitments on the limitation of the GHG emissions in the 2008-2012 commitment period (www.anpm.ro/docfiles/view/29192).

през 2008 г. емитира около 69% от общите национални емисии на парникови газове. Някои енергоемки отрасли в страните в преход намаляват своите дейности, което води до редуциране на емисиите на парникови газове (Proorocu, 2010). Значителният спад на емисиите, в сравнение с предходните години, са втория най-голям % спад в целия ЕС.

Секторът на селското стопанство през 2008 г. емитира 13,9% от общите емисии на парникови газове, достигайки 20 286.76 Gg CO₂ -eq. В рамките на общите емисии на парникови газове от селското стопанство, емисиите на N₂O имат най-голям принос (N₂O емисии са 62.04% от общите изразени като еквивалент CO₂), следвани от емисиите на CH₄ (които формират останалите 37.96%). През периода 1989-2008 г. емисиите на парникови газове в резултат на селскостопанския сектор са намалели с 49.28%. В този смисъл низходящият тренд на емисиите от ентеричната ферментация и управлението на оборския тор през периода се дължи на намалението на животинската популация. Отчита се значително намаляване на емисиите от отглеждането на ориз в сравнение с базовата година 1989г (75,86 %). През 2008 г. емисиите на CH₄ от земеделския сектор са намалели с почти половин ниво спрямо базовата година (-48,8%). Страната постигна голям редуция на емисиите на парникови газове, без LULUCF сравнение с базовата година (46,89%).

Според данните има голяма вероятност Румъния да отговори на ангажиментите по Протокола от Киото за ограничаване на емисиите на парникови газове в периода 2008-2012. (www.anpm.ro/docfiles/view/29192).

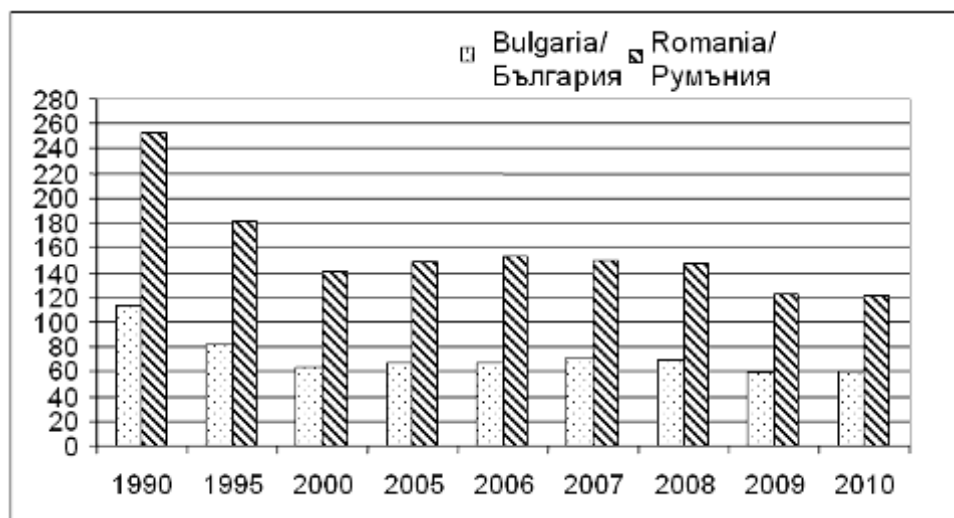


Fig. 2 - Total GHG emissions in Tg CO₂-eq /
Общо количество емисии парникови газове в Tg CO₂-eq

• **Bulgaria.** Bulgaria is situated in the Southeast part of the Balkan Peninsula. The country has a territory of 110,993.6 sq. km, bordering Greece and Turkey to the South, FY Republic of Macedonia to the West, Romania to the North. The climate in Bulgaria is temperate Continental-Mediterranean. Bulgaria is dominated by rugged mountains, except for the Danube lowland in the North that it shares with Romania. Due to the geographical situation and the varied landscape, the contrasts in the climate are distinct among regions. The climate is with four distinctive seasons and varies with altitude and location. The Black Sea coast features a milder winter as opposed to the harsher winter conditions in the central north plains. In the last few years the tendency is towards warmer and drier climate.

• **България.** България е разположена в югоизточната част на Балканския полуостров. Страната има площ от 110,993.6 кв. км, граничи с Гърция и Турция на юг, Република Македония на запад, Румъния на север. Климатът в България е умерено-континентален, средиземноморски. България е доминирана от планини, с изключение на Дунавската равнина на север, която споделя с Румъния. Поради географското разположение и разнообразния терен, контрастите в климата са различни в отделните региони. Климатът е с четири отличителни сезони и варира в зависимост от надморската височина и местоположението. На брега на Черно море се наблюдава по-мека зима, за разлика от суровите зимни условия в централните равнини на север. През последните няколко години тенденцията е към по-топъл и по-сух климат.

During 2010 Bulgaria prepared the Fifth National Communication for greenhouse gas emission inventories. The emissions for the year 2008 are 42.83 % in comparison to the base year 1988 and they registered an decreased by 4.36 % in comparison to the previous year 2007. Emissions decreased sharply in the 1990 in all sectors, due to the economic restructuring and crises. They remain relatively stable between 2000 and 2007. In the Agricultural sector, emissions decreased by over 70%. The GHG inventory revealed that the overall GHG emissions expressed in CO₂ eqv. are 75 792.79 Gg not taking into account the sequestration in sector Land use Change and Forestry. The net emissions (including the sequestration from LUCF) are 68 990.89 Gg. The analysis show that the CO₂ emissions form the largest share of 78 % from the overall GHG emissions expressed in CO₂ eqv.; the CH₄ emissions are second with 15 % and the N₂O emissions with a 7 % share stand in the third place. But we have to point that the GWP (Global warming potential) of the N₂O is 310 times higher than the GWP of the CO₂.

През 2010 г. България изготвя Пето национално съобщение за емисиите на парникови газове. Емисии за 2008 година са 42,83% в сравнение с базовата 1988 г. и регистрира намаляване с 4,36% в сравнение с предходната 2007 година. Емисиите намаляват рязко през 1990г във всички сектори, в резултат на икономическото реструктуриране и кризи. Те остават относително стабилни между 2000 и 2007г. В селскостопанския сектор, емисиите са намалели с над 70%. Инвентаризацията на ПГ показва, че общите емисии на ПГ изразени чрез CO₂ eq. са 75 792,79 Gg като се отчита поглъщането / изменение в земеползването и горско стопанство. Нетните емисии (включително поглъщането от LUCF) са 68 990,89 Gg. Анализът показва, че емисиите на CO₂ са с най-голям дял от 78% от общите емисии на ПГ, изразени в CO₂ eq. Емисиите на CH₄ са на второ място с 15%, а емисиите на N₂O с 7% дял са на трето място. Но трябва да се отбележи, че потенциала за глобално затопляне (GWP) на N₂O е 310 пъти по-висок от GWP на CO₂.

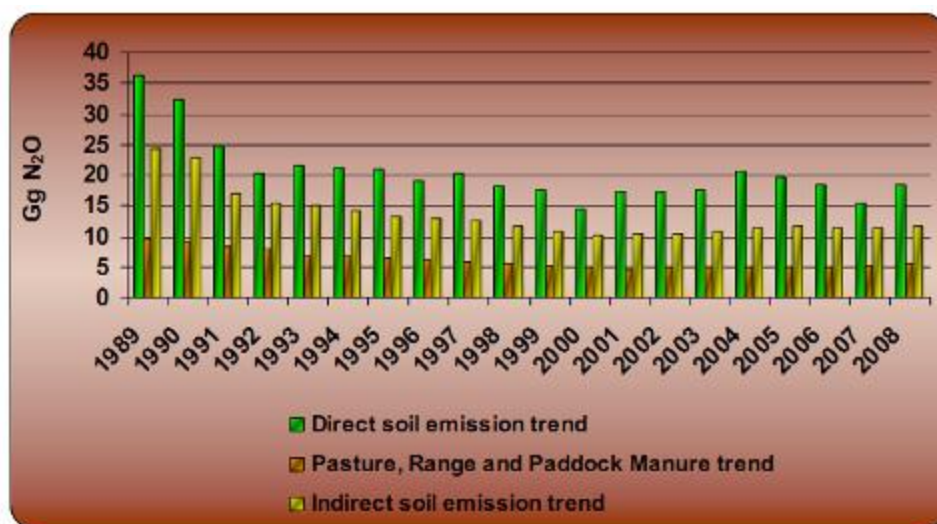


Fig. 3 - Emission trends-Agricultural soils (www.anpm.ro/docfiles/view/29192/)
Тенденци за емисиите – селскостопански почви

Share of total Bulgarian GHG emission is the very small part (1.8%) in the all EU-27 emissions. GHG emissions per capita (7.8 t CO₂ eq/capita) are less than the value of the indicators in EU-27 (4, 6).

GHG emissions from sector „Agriculture”, result from production activities during processing of agricultural products, soil fertilization and animal manure management and share of 9.6 % from total GHG emissions. GHG process emissions in sector „Agriculture” are grouped in the following sub sectors: Enteric fermentation from domestic livestock; Manure management; Rice cultivation; Agricultural soils; Field burning of agricultural residues. The biggest share belongs to the agricultural soils emissions. It is about 89.02 % in the year 2008 and for the entire period 1988-2008, the share is in the range 82-89%. N₂O emissions from manure management and the field burning of agricultural residues are of an order of magnitude smaller and in total are about 11-18% from aggregated N₂O emissions of the sector. In total, the N₂O emissions, expressed in CO₂-eq for 2008, are 2 times bigger than the CH₄ emissions in CO₂ eq.

Делът на общите емисии на парникови газове на страната спрямо тези на ЕС-27 е много малка част (1,8%). Емисиите на парникови газове на глава от населението (7,8 t CO₂ екв/глава от населението) са по-малко от стойността на показателя в ЕС-27 (4, 6).

Емисиите на ПГ от сектор "Земеделие" са резултат от производствени дейности по време на производството на земеделската продукция, торенето и управление на оборския тор и имат дял от 9,6% от общите емисии на ПГ. Емисиите на парникови газове от сектор "Земеделие" са групирани в следните групи: ентерична ферментация от селскостопанските животни; управлението на оборския тор; отглеждане на ориз; емисии от земеделските земи; изгаряне на селскостопански остатъци. Най-голям е делът на емисиите от обработваемите почви. Тя е около 89,02% през 2008 г. и за целия период 1988-2008 г. делът е в диапазона 82-89%. Емисиите на N₂O от управление на животински отпадъци и изгаряне на селскостопански остатъци, които са от един порядък са около 11-18 % от нетните емисии на N₂O от сектора. Като цяло, емисиите на N₂O , изразени в CO₂ -екв за 2008г., са два пъти по-големи от емисиите на CH₄ в CO₂ екв .

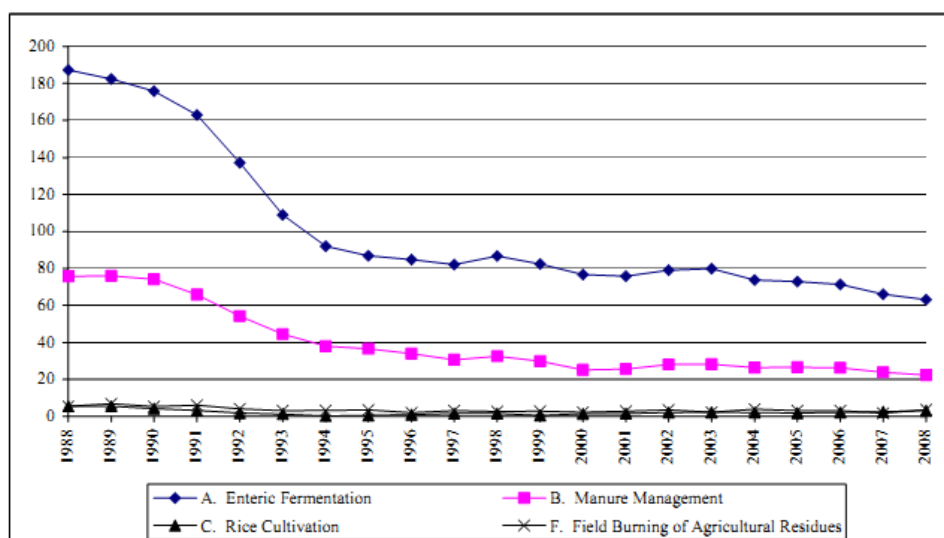


Fig. 4 - GHG emissions from sector „Agriculture” /
Емисии парникови газове от сектор „Земеделие”

CONCLUSIONS

Southern Europe and the Mediterranean are strongly affected in the climate change due to the combined effect of the high increases of temperature and reduced precipitation rates. Over the period 1989–2008, the GHG emissions resulted from agriculture decreased in Bulgaria and Romania, due the economic situation during the transition period. Share of total Bulgarian GHG emission is the very small part (1.8%) in the all EU-27 emissions. Usually agriculture sector is the second contribution of the GHG emissions after the energy sector. The rapid transition to a global low carbon economy is the main pillar of the integrated EU policy on climate change and power engineering, to achieve the goal of EU of limiting the rise in the average global temperature down to 2°C.

Aknowlegement

The authors express their appreciation to the Bulgarian National Science Fund for its financial support to the Project № CFSR – E01/3 from 27.11.2012г

REFERENCES

- [1]. Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2010 and inventory report (2012) - *Submission to the UNFCCC Secretariat*, European Environment Agency. Technical report, №3/2012. www.eea.europa.eu/themes/climate/data-viewers.
- [2]. European Environment Agency, www.eea.europa.eu/themes/climate/data-viewers;
- [3]. Fifth National Communication on climate change. Republic Bulgaria, Sofia (2010) - unfccc.int/resource/docs/natc/bgr_nc5_2nd_submission_210112.pdf;
- [4]. Greenhouse gas emissions in Europe: a retrospective trend analysis for the period 1990-2008, www.eea.europa.eu;
- [5]. *Greenhouse gas emissions in Republic of Bulgaria 1988 (1990-2004)* - National inventory report 2004, Submission 2006;
- [6]. Proorocu M., Deaconu S., Smarandache M. (2010) - *Bulletin USAMV Agriculture*, 67 (2). Electronic ISSN 1843-5386;

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Южна Европа и Средиземноморието са силно засегнати от изменението на климата, поради комбинирания ефект от високите повишения на температурата и намалено количество на валежите. През периода 1989-2008 г. емисиите на парникови газове от сектор земеделие намаляват в България и Румъния, което се дължи на икономическата ситуация по време на преходния период към пазарна икономика. Делът на общите емисии на парникови газове на страната е много малка част (1,8%) спрямо тези на страните от ЕС-27. Обикновено селското стопанство е втория по значение източник на емисии на парникови газове след енергийния сектор. Бързото преминаване към световна нисковъглеродна икономика е основният стълб на интегрираната политика на ЕС относно изменението на климата и енергетиката, за да се постигне целта на ЕС за ограничаване повишаването на средната глобална температура до 2°C.

Благодарности

Авторите изказват благодарности на Национален фонд за научни изследвания за финансовата подкрепа по проект № ДФНИ - E01 / 3 ОТ 27.11.2012г

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. *Годишна инвентаризация на парниковите газове в Европейския съюз 1990-2010 и доклад за инвентаризация (2012)* - *Представяне на секретариата на Европейската агенция за околна среда*, Технически доклад, № 3/2012, www.eea.europa.eu/themes/climate/data-viewers;
- [2]. Европейска агенция околна среда, www.eea.europa.eu/themes/climate/data-viewers;
- [3]. Пети национален доклад по изменение на климата, Република България, София (2010) - unfccc.int/resource/docs/natc/bgr_nc5_2nd_submission_210112.pdf;
- [4]. Емисиите на парникови газове в Европа: ретроспективен анализ на тенденциите за периода 1990-2008. www.eea.europa.eu;
- [5]. *Емисиите на парникови газове в Република България 1988 (1990-2004)* - Доклад за националната инвентаризация 2004, Представяне 2006 г.;
- [6]. Проороку М., Деакону С., Смараче М. (2010) – *Бюлетин на Университета по аграрни науки и ветеринарна медицина Буковещ*, 67 (2). ISSN 1843-5386;

[7]. Romania's Greenhouse Gas Inventory 1989-2008 (2010) - *National Inventory Report. Ministry of Environment and Forests*, National Environmental Protection Agency, v.2. www.anpm.ro/docfiles/view/29192

[7]. Преглед на емисиите от парникови газове в Румъния 1989-2008 (2010) - *Доклад за национален преглед на емисиите*, Министерството на околната среда и горите, национален агенция по околна среда. 2010. v.2. www.anpm.ro/docfiles/view/29192

COMPARATIVE CHARACTERISTICS AND EVALUATION OF DIGESTATE FROM BIOGAS PRODUCTION WITH PARTICIPATION OF PIG MANURE AND WASTE FROM MARKETS

СРАВНИТЕЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА НА БИОШЛАМ ПОЛУЧЕН ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАЗ С УЧАСТИЕ НА СВИНСКИ ТОР И ОТПАДЪЦИ ОТ ПАЗАРИТЕ

Assoc. Prof. Ph.D. Zlatareva E., Assist. Prof. Ph.D. Petrova V.,

Assist. Prof. Ph.D. Ivanov P., Prof. Ph.D. Marinova S.

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia / Bulgaria

Tel: +359 2 824 61 41; E-mail: zlatareva.as@abv.bg

Abstract: Agriculture generates large amounts of organic waste. Its management has majority policy priority. Lack of electricity in Bulgaria requires seeking of alternative clean energy. A great-untapped reserve is production of biogas from organic waste, which is similar to natural gas in composition and properties. Anaerobic fermentation of organic waste and biogas production lead to formation of secondary biomass (digestate). It is rich in micro- and macronutrients, and can be used as an organic reserve in agricultural practice. In Bulgaria, there are still no built plants for biogas production, but there are several model systems. In current study we present chemical and agrochemical characteristics of four samples of digestate. It is obtained in model installation for biogas production using pig manure and fruit wastes. Content of organic pollutants and some sanitary-microbiological indicators are also studied. Best agrochemical indicators have the digestate with ratio of pig manure: fruit waste 70: 30.

Keywords: organic waste, biogas production, secondary biomass

INTRODUCTION

One of the main environmental problems of modern society is generation of large amounts of waste. In many countries, sustainable waste management and its reduction have majority policy priority. They have an important share of public efforts to reduce overall pollution and mitigate global climate change.

Lack of electricity in Bulgaria requires searching for renewable energy sources. Interest in the production of biogas from organic waste has intensified in recent years [1]. Currently, potential raw materials for biogas production are not used completely. Often they are processed or disposed improperly, which leads to pollution of the environment. In Bulgaria, there are still no built industrial plants for biogas production, but there are several model installations, which provided samples for the study [4, 5].

Anaerobic fermentation (AF) is microbiological process of decomposition of organic matter in the absence of oxygen and is characteristic of many natural environments. Nowadays AF is used primarily for production of biogas in airtight reactor tanks, called bioreactors. Wide ranges of microorganisms are involved in the anaerobic process. The main products are biogas and secondary biomass. Biogas is a combustible gas containing methane, carbon dioxide and small amounts of other gases, as well as other elements.

Secondary biomass (digestate) is rich in micro and macronutrients substrate and can be used as organic reserve in agricultural practice.

Farming community is interested in the use of digestate in connection with the lack of organic sources in our

Резюме: Селскостопанското производство (растениевъдство и животновъдство) генерира големи количества органични отпадъци. Тяхното управление и рециклиране се ползват с мажоритарен политически приоритет. Недостигът на електроенергия в България налага търсене на алтернативни и екологично чисти енергии. Един неизползван досега голям резерв е производството на биогаз от органични отпадъци, който по състав и свойства е много близък с природния газ. При анаеробната ферментация на органичните отпадъци освен биогаз се получава и странична маса, наречена биошлам. Биошламът е богат на микро- и макро хранителни вещества и поради тази причина може да се използва като органичен резерв в земеделската практика. У нас все още няма изградени промишлени инсталации за производство на биогаз, но има изградени няколко моделни инсталации. Направена е сравнителна химична и агрохимична характеристика, определени са съдържанията на органични замърсители, санитарно-микробиологични показатели и др. на предоставените ни 4 образци на биошлам, получени в моделна установка за производство на биогаз, чрез използване на зеленчукови и плодови отпадъци и свински тор в различно съотношение. С най-добри агрохимични показатели е биошламът, получен при съотношение на изходните суровини свинска тор: отпадъци от плодове и зеленчуци 70%:30%.

Ключови думи: органични отпадъци, производство на биогаз, вторична биомаса

ВЪВЕДЕНИЕ

Един от основните екологични проблеми на съвременното общество е генерирането на големи количества отпадъци. В много държави устойчивото управление на отпадъците, както и борбата за тяхното редуциране се ползват с мажоритарен политически приоритет. Те заемат важен дял от обществените усилия за намаляване на общото замърсяване и за смекчаване на глобалните климатични промени.

Недостигът на електроенергия в България налага търсене на възобновяеми енергийни източници. Интересът към производството на биогаз от органични отпадъци се засилва все повече през последните години [1]. По настоящем потенциалните суровини за производство на биогаз не се използват пълноценно - преработват се неправилно или се депонират, при което се замърсява природната среда. У нас все още няма изградени промишлени инсталации за производство на биогаз, но има изградени няколко моделни инсталации от които са ни предоставени изследваните образци [4, 5].

Анаеробната ферментация (АФ) е микробиологичен процес на разграждане на органична материя, в отсъствие на кислород и е характерна за много естествени среди. В днешно време АФ намира приложение предимно за производство на биогаз в херметични реактори-резервоари, наричани обикновено биореактори. Широк спектър микроорганизми са въввлечени в анаеробния процес, като основните крайни продукти са биогаз и вторична биомаса. Биогазът е запалим газ, съдържащ метан, въглероден диоксид и малки количества други газове, както и други елементи.

Вторичната биомаса е вторичен субстрат, богат на микро и макро хранителни вещества и поради тази причина може да се използва като органичен резерв в земеделската практика.

Във фермерските среди се проявява интерес, свързан с използване на вторичната биомаса във връзка с недостига

country, an imbalance of organic matter in Bulgarian soils, and the presence of large quantities of organic waste nationwide.

Digestate is a valuable fertilizer rich in nitrogen, phosphorus, potassium and micronutrients. It can be imported in the soil with the usual tools for fertilizing with liquid fertilizer and solutions. Compared to raw manure, digestate has improved efficiency of fertilization due to its homogeneity and higher nutritional value, better ratio C: N, almost no smell, etc.

The paper aim is:

- characterization and evaluation of secondary substrate (digestate) that is obtained at the output of the model biogas installation in methane fermentation.

MATERIAL AND METHOD

For implementation of task, it is necessary to make qualitative assessment of the digestate, depending on various organic materials that were used as a source for biogas production. Qualitative assessment includes chemical and agrochemical characteristics of digestate, content of organic pollutants, sanitary-microbiological indicators, etc.

Four samples of digestate from model installation for biogas production using vegetable and fruit wastes and pig manure in different ratios are studied:

- Digestate 1 – 70% pig manure: 30% plant waste;
- Digestate 2 – 50% pig manure: 50% plant waste;
- Digestate 3 – 30% pig manure: 70% plant waste;
- Digestate 4 – 100% plant waste.

Every one of digestate was tested in greenhouse experiment in order to assess their effectiveness as fertilizers and sources for increasing the yield and quality of tested crops [3, 7].

The products are analyzed according to the Regulation on the use of sewage sludge in agriculture [6], to evaluate the digestate and establish the possibilities for its use in agricultural practice.

Following chemical and agrochemical parameters were tested: pH, organic carbon, total and mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium, calcium, magnesium, sulfur, and some of the toxic heavy metals and arsenic. Sanitary microbiological analyses were also carried out.

Content of nutrients and heavy metals is determined by following methods:

- pH – BSS (Bulgarian State Standard) EN 12176;
- Moisture and solids – BSS EN 12880;
- Total content of heavy metals – BSS EN 13346;
- Total nitrogen – BSS EN 13342;
- Ammonium nitrogen – ISO 7150 -1;
- Nitrate nitrogen – BSS ISO 7890-3;
- Organic carbon – BSS EN 13137;
- Mobile forms of phosphorous and potassium – acetate-lactate method [2].

RESULTS

The agrochemical and chemical characteristics of the digestate 1 (waste materials in ratio 70% pig manure: 30% fruit waste) are presented in table 1. The pH activity is slightly alkaline (7.62). It is determined by the ratio between concentration of hydrogen and hydroxyl ions in solution. Due to the slightly alkaline reaction, introduction of larger amounts of digestate 1 in soil would improve its physicochemical parameters. The total calcium and magnesium are respectively 7.60% and 2.89%. These elements are essential macronutrients and their introduction to the soil will improve nutrition, which is necessary for normal plant photosynthesis. This

на органични източници в нашата страна, нарушения баланс на органично вещество в българските почви и наличието на големи количества органични отпадъци, в национален мащаб.

Вторичната биомаса представлява ценен тор, богат на азот, фосфор, калий и микроелементи и може да се полага върху почвата с обичайните средства за торене с течни торове и разтвори. В сравнение с пресния оборски тор, вторичната биомаса има подобрена ефективност на наторяването поради хомогенността ѝ и по-високата хранителна стойност, по-добро отношение C/N и почти липса на миризма и др.

Целта на настоящето изследване е:

- характеристика и оценка на вторичния субстрат или т.н. биошлам, който се получава на изхода на биогазова моделна установка при метанова ферментация.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За изпълнение на задачата е необходимо да се направи качествена оценка на получения биошлам, в зависимост от различните органични материали, които са използвани като суровина за производството на биогаз. Качествената оценка включва химична и агрохимична характеристика на биошлама, съдържание на органични замърсители, санитарно-микробиологични показатели и др.

Предоставени ни бяха 4 образци на биошлам, получени в моделна установка за производство на биогаз, чрез използване на зеленчукови и плодови отпадъци и свински тор в различно съотношение:

- I-ви биошлам - 70% свински тор: 30% растителни отпадъци;
- II-ри биошлам - 50% свински тор: 50% растителни отпадъци;
- III-ти биошлам - 30% свински тор: 70% растителни отпадъци;
- IV-ти биошлам - 100% растителни отпадъци.

С всеки един от тях бе заложен вегетационен опит с цел да се прецени ефективността им като торово средство за повишаване добива и качеството на тестваните земеделски култури [3, 7].

За да се направи оценка на биошлама и се установят възможностите за използване в земеделската практика, продуктите са анализирани, съгласно изискванията на Наредбата за използване на утайки чрез употребата им в земеделието [6].

Изследвани са следните химични и агрохимични показатели: pH, органичен въглерод, общи и подвижни форми на азот, фосфор и калий, калций и магнезий, сяра и някои от токсичните тежки метали и арсен. Проведени са и санитарно-микробиологични изследвания.

За измерване съдържанието на хранителните елементи и тежки метали са използвани следните методи:

- pH- БДС EN 12176,
- Влага и сух остатък БДС EN 12880;
- Общо съдържание на тежки метали БДС EN 13346;
- Общ азот БДС EN 13342;
- Амониов азот БДС ISO 7150-1;
- Нитратен азот БДС ISO 7890-3р
- Органичен въглерод БДС EN 13137;
- Подвижни форми на P и K по ацетатно -лактатен метод [2].

РЕЗУЛТАТИ

Агрохимичната и химична характеристика на I-ви биошлам (изходни продукти в съотношение 70% свински тор и 30% плодови отпадъци) е показана на таблица 1. Реакцията на средата е слабо алкална - pH 7,62. Химичната реакция на средата се определя от съотношението между концентрацията на водородните и хидроксилни йони в разтвора. Поради слабо алкалната си реакция внасянето на по-големи количества от I-вия биошлам в почвата би довело до подобряване на физикохимичните и параметри. Общият калций и магнезий са съответно 7.60% и 2.89%. Калций и магнезий са незаменими хранителни фитомикроелементи и внасянето им в почвата ще доведе до по-добър хранителен режим, необходим за нормалното протичане на фотосинтезата при

digestate can be used successfully as a fertilizer for acid soils because it will lead to partial neutralization of soil acidity.

Content of total forms of nutrients - nitrogen, phosphorus and potassium are respectively 10.80%, 7.67% and 9.02% relative to absolutely dry matter. Based on the dry matter content, found in digestate (around 1%), real values of total nitrogen are 0.11%, 0.08% for total phosphorus and 0.099% for total potassium.

The main nutrients are classified in agrochemistry as mobile and non-mobile. The idea of their mobility is important for soil fertility. It influences on determination of imported quantities of fertilizers. If the amount of mobile forms of a nutrient element is sufficiently big, then it will ensure its optimal plant usage.

In this digestate mobile forms of basic nutrients have the following values: N (NH₄) – 5.48%; N (NO₃) – 0.53%; P – 0.54%; K – 1.25%.

Data for chemical composition of digestate 1 shows that it can be source of important plant nutrients, such as phosphorus, nitrogen, magnesium, calcium, iron, organic carbon, etc. Thus, an adequate fertilization rate will provide optimal plant nutrition.

The content of heavy metals and arsenic (Table 1) shows that the values, in accordance with pH activity, are below maximum permissible concentration (MPC) and are not dangerous in use of digestate in agricultural practice.

растенията. Този биошлам с успех може да се използва като почвен подобрител при кисели почви, защото част от почвената киселинност ще се неутрализира.

Съдържанието на общите форми на хранителните елементи – азот, фосфор и калий са съответно 10,80%, 7,67% и 9,02% към абсолютно сухо вещество. Изхождайки от съдържанието на сухо вещество, отчетено в биошлама /около 1%/, реално стойностите на общия азот са 0,11%, 0,08% общ фосфор и 0,099% общ калий.

Основните хранителни вещества се класифицират в агрохимията като мобилни и немобилни. Идеята за подвижността им е важна за плодородието на почвата и силно влияе върху определянето на внасяните количества торове и почвени подобрители. Ако количеството на подвижните форми на даден хранителен елемент са достатъчно големи, то това ще осигури принципно оптималното му използване от растенията.

При този биошлам подвижните форми на основните хранителни вещества са със следните стойности - подвижен N–NH₄-5.48 %, подвижен N–NO₃-0,53%, подвижен P-0,54%, подвижен K-1,25%.

От данните за химичния състав на предложения за изследване биошлам I се вижда, че той може да бъде източник на важни за растенията хранителни елементи, като фосфор, калий, азот, магнезий, калций, желязо, органичен въглерод и др. и с една адекватно подбрана доза ще се осигури пълноценно и оптимално хранене на растенията.

Съдържанието на изследваните тежки метали и арсен, посочени в таблица 1 показва, че измерените стойности, съобразно отчетената реакция на средата, са под ПДК и не представляват опасност при използването на биошлама в земеделската практика.

Table 1 / Таблица 1

Chemical and agrochemical characteristics of digestate, used in greenhouse experiments /

Химична и агрохимична характеристика на биошлама, с който са заложили вегетационните опити

Analyses / Анализи	Experiments (types of digestate) / Варианти (видове биошлам)			
	1 70:30 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	2 50:50 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	3 30:70 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	4 100 waste / отпадъци
pH (H ₂ O)	7.62 / 7,62	7.69 / 7,69	7.70 / 7,70	7.45 / 7,45
Moisture / Влажност [%]	98.90 / 98,90	98.10 / 98,10	98.49 / 98,49	98.87 / 98,87
Dry matter / Сухо вещество [%]	1.10 / 1,10	1.90 / 1,90	1.51 / 1,51	1.13 / 1,13
Organic C / Органичен С [%]	24.88 / 24,88	22.86 / 22,86	19.98 / 19,98	16.02 / 16,02
Total / Общ P ₂ O ₅ [%]	7.67 / 7,67	2.94 / 2,94	2.66 / 2,66	1.33 / 1,33
Total / Общ N [%]	10.80 / 10,80	8.02 / 8,02	9.17 / 9,17	7.45 / 7,45
Total / Общ K ₂ O [%]	9.02 / 9,02	5.08 / 5,08	6.76 / 6,76	10.40 / 10,40
Total / Общ CaO [%]	7.60 / 7,60	4.57 / 4,57	3.54 / 3,54	1.60 / 1,60
Total / Общ MgO [%]	2.89 / 2,89	1.32 / 1,32	1.30 / 1,30	0.86 / 0,86
Mobile / Мобилен N (NH ₄) [%]	5.48 / 5,48	2.83 / 2,83	3.59 / 3,59	3.89 / 3,89
Mobile / Мобилен N (NO ₃) [%]	0.53 / 0,53	0.35 / 0,35	0.12 / 0,12	0.23 / 0,23
Mobile P [%]	0.54 / 0,54	0.69 / 0,69	0.75 / 0,75	0.29 / 0,29
Mobile K [%]	1.25 / 1,25	1.16 / 1,16	1.98 / 1,98	2.73 / 2,73
S (SO ₄) (%)	0.10 / 0,10	1.76 / 1,76	1.62 / 1,62	1.08 / 1,08
As (mg kg ⁻¹)	< 50	< 5	< 5	< 5
Cd (mg kg ⁻¹)	< 10	< 1	< 1	< 1
Cr (mg kg ⁻¹)	13	8	7	5
Ni (mg kg ⁻¹)	26	18	18	12
Cu (mg kg ⁻¹)	411	360	200	85
Zn (mg kg ⁻¹)	1409	1047	808	326
Pb (mg kg ⁻¹)	8	5	5	2
Hg (mg kg ⁻¹)	< 1	< 1	< 1	< 1

Agrochemical and chemical characteristics of the digestate 2 (waste materials in ratio 50% pig manure: 50% fruit waste) are presented in table 1. Slightly alkaline pH activity is established in this digestate. There is a reduced content of total forms of basic nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) in comparison with digestate 1. There is also reduction of total organic carbon content. This is explained by the reduced participation of pig manure, which is source of basic nutrients and organic matter. There is a reduction in the amounts of calcium and magnesium. Mobile forms of phosphorus and potassium have not changed, which makes the digestate 2 as equally effective for plant nutrition as digestate 1. Content of heavy metals and arsenic is below Maximum Permissible Concentrations (MPC) according to the Regulation on the use of sewage sludge in agriculture [6].

The agrochemical and chemical characteristics of the digestate 3 (waste materials in ratio 30% pig manure: 70% fruit waste) are presented in table 1. The analyzed digestate in this ratio has similar feature like digestate 2 (produced at a ratio of 50%: 50%). The pH activity is slightly alkaline.

There is a very slight increase in the values of total and mobile forms of nutrients than digestate 2. These values, however, are lower than digestate 1 (ratio 70%: 30%), where the nutrients are provided by pig manure.

Agrochemical and chemical characteristics of digestate 4. This digestate includes only fruit waste and vegetable waste 100% (Table 1). At this ratio, there are no any quantities of manure. Here the reported amounts of basic nutrients and pH are the lowest compared to the other types of digestate with pig manure, regardless of percentage. This applies to the total nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, organic carbon and mobile forms of phosphorus. An exception is the higher content of total and mobile potassium, probably due to its great contribution in the raw waste of vegetables and fruits by markets. The values of heavy metals are below MPC and usage of this digestate in agricultural practice is no dangerous.

The obtained data confirms that digestate 4 contains sufficient macro and micronutrients and can be used as fertilizer in agriculture.

In comparative assessment of the four digestates is not found large differences in values of individual indicators. The content of total amounts of organic carbon and nutrients reduces with reducing the contribution of pig manure in raw materials. Except is for potassium. Slight differences were observed in the measured pH values. The amount of heavy metals reduces in the direction of digestate 1 to digestate 4.

Sanitary and microbiological characteristics of digestate

Sanitary and microbiological characteristics of studies digestate, produced at different ratio between pig manure and waste from markets (Table 2), shows that values of the tested microorganisms (*E. coli*, Enterococci and Coliforms) are at high levels above MPC according to the Regulation on the use of sewage sludge in agriculture (State Journal 112, 2004). An exception is the content of Salmonella, whose value is less than MPC. An important indicator that has not been studied in all types of compost is the content of Clostridia perfringens. This indicator was studied for implementation of first greenhouse experiment, but the value was above MPC (table 2). Based on the microbiological studies it is recommended digestate to be stored for a period to occur processes of decontamination and deodorization before utilization in

Агрохимична и химична характеристика на биошлам 2 (получен при съотношение на изходни продукти на вход 50% свински тор: 50% плодови отпадъци) са представени в таблица 1. При вторият биошлам се установи, че реакцията на средата е слабо алкална. Наблюдава се намалено съдържание на общите форми на основните хранителни елементи – азот, фосфор и калий в сравнение с биошлам 1. Също намалява и общото съдържание на органичен въглерод. Това се обяснява с намаленото участие на свинският тор, носител на основните хранителни елементи и органично вещество. Наблюдава се намаление и в стойностите на калций и магнезий. Подвижните форми на фосфор и калий не са се изменили, което го прави също толкова ефективен за храненето на растенията, колкото и биошлам 1. Съдържанието на измерените стойности на тежки метали и арсен е под пределно допустимите концентрации (ГДК), съгласно изискванията на Наредбата за използване на утайки чрез употребата им в земеделието [6].

Агрохимична и химична характеристика на биошлам 3 (при съотношение на отпадъци на вход 30% свински тор: 70% отпадъци) е представена в таблица 1. Анализираният биошлам при това съотношение е с близка характеристика като биошлам 2 (получен при съотношение 50%: 50%). И тук реакцията на средата е слабо алкална.

Наблюдава се съвсем слабо повишение в получените стойности за общото съдържание и подвижните форми на хранителните елементи в сравнение с биошлам 2, но тези стойности са по-ниски в сравнение с първия биошлам (при съотношение 70%:30%), където носител на хранителните елементи е свинският тор.

Агрохимична и химична характеристика на биошлам 4 с участие само на плодови и зеленчукови отпадъци на вход 100% (табл. 1). При това съотношение липсва оборски тор. Тук отчетените стойности на основните хранителни елементи и pH са най-ниски в сравнение с останалите, при които участва свинският тор, независимо от неговото процентно съотношение. Това важи за общия азот, фосфор, калций, магнезий, органичен C и подвижните форми на фосфор. Изключение прави по-високото съдържание на общ и подвижен калий, което вероятно се дължи на по-голямото му участие в изходните отпадъци на зеленчуци и плодове от пазарите. И тук стойностите на тежки метали са под ГДК и не представляват опасност при използване на биошлама в земеделската практика.

Получените данни потвърждават, че биошлам 4 съдържа достатъчно хранителни макро и микроелементи и може да се използва като почвен подобрител в земеделието.

При сравнителната оценка на четирите биошлама не се установиха големи различия в стойностите на отделните показатели. С намаляване участието на свинския тор в изходните суровини, намалява и съдържанието на общите количества на органичен въглерод и хранителните елементи, като изключение прави калият. Незначителни различия се наблюдават и при измерените стойности за pH. Намалява и количеството на тежките метали в посока от 1-ви към 4-ти биошлам.

Санитарно-микробиологична характеристика на биошлама

Санитарно-микробиологичната характеристика на изследвания биошлам, получен при различно съотношение между свински тор и отпадъци от пазарите установява (табл. 2), че стойностите на изследваните микроорганизми- *E. coli*, Enterococci и Coliforms са във високи стойности и са над ГДК посочени в Наредбата за използване на утайки от ПСОВ чрез употребата им в земеделието от (Държавен вестник 112, 2004г). Изключение прави съдържанието на Салмонела, чиято стойност е под пределно допустимата концентрация (ГДК). Важен показател, който не е изследван във всички разновидности на биошлама е съдържанието на Clostridia perfringens. При проведеното изследване при съотношение на отпадъците 70:30 за залагане на първия вегетационен опит е определен този показател, но отчетената стойност е над ГДК (табл. 2). Изхождайки от микробиологичните изследвания се препоръчва преди използване в земеделската практика, биошлама да се съхранява за известен период от време,

agricultural practice.

After the initial analysis, studied digestate (ratios pig manure: waste from markets – 50:50; 30:70 and 100% waste from markets) was stored in natural conditions and periodically mixed to accelerate the processes of mineralization and disinfection. After 5-month stay without introduction of new quantities, digestate was sampled and analyzed again. The results are presented in table 2.

за да настъпят процесите на обеззаразяване и обезмирисване.

Проучения биошлам (в съотношение свински тор:отпадъци от пазарите 50:50; 30:70) и отпадъци 100% след първоначален анализ е оставен на съхранение при естествени условия и периодично е разбъркван с цел ускоряване на процесите на минерализация и обеззаразяване. След 5-месечен престой без постъпване на нови партии, са взети проби от престоялия биошлам и са анализирани отново. Резултатите са представени също на табл. 2.

Table 2 / Таблица 2

Microbiological and parasitological researches of digestate at different ratio of pig manure and fruit waste /
Микробиологични и паразитологични изследвания на биошлам, при различно съотношение на свински тор и
отпадъци от пазарите

Initial research / Първоначално изследване						
N	Indicators / Индикатори	Salmonella sp. presence in 20 g / наличие в 20 g	Coliforms titer/g	Escherichia coli titer/g	Enterococci titer/g	Clostr. perfringens titer/g
1	70:30 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	Not isolated / Не се изолира	in 0.001 / в 0.001	in 0.01 / в 0.01	in 0.001 / в 0.001	in 0.0001 / в 0.0001
2	50:50 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	Not isolated / Не се изолира	4.7x10 ³ / /0.0002/	4.2x10 ² / /0.00023/	5.0x10 ⁴ / /0.0002/	Proved presence of bacteria / Доказано наличие на бактерии
3	30:70 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	Not isolated / Не се изолира	8.2x10 ³ / 0.00012	4.0x10 ³ / 0.00025	3.9x10 ⁴ / 0.00002	Proved presence of bacteria / Доказано наличие на бактерии
4	100% Waste / Отпадъци	Not isolated / Не се изолира	1.6x10 ³ / 0.0006/	1.2x10 ³ / 0.00083/	1.9x10 ⁴ / 0.00005	Proved presence of bacteria / Доказано наличие на бактерии
Requirements / Изисквания		Not permitted in 20 g / Не се допуска в 20 g	> 1	> 1	> 1	> 1
After 5 months / След 5 месеца						
2	50:50 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	Not isolated / Не се изолира	1.3x10 ⁴	2.8x10 ² / /0.0035/	1.5x10 ⁵	Proved presence of bacteria / Доказано наличие на бактерии
3	30:70 pig manure:waste / свински тор:отпадъци	Not isolated / Не се изолира	3.0x10 ² / /0.0033/	1.1x10 ² / /0.0090/	1.6x10 ³ / /0.0006/	Proved presence of bacteria / Доказано наличие на бактерии
4	100% Waste / Отпадъци	Not isolated / Не се изолира	4.8x10 ³ / /0.0002/	2.4x10 ² / /0.0041/	2.5x10 ⁴ / /0.00004/	Proved presence of bacteria / Доказано наличие на бактерии

Data shows that, after 5 months standing of digestate quantities of tested microorganisms decrease (Coli forms, Escherichia coli, Enterococci). Exception is digestate obtained from 100% waste from markets. There were no changes / decreasing for Clostridia perfringens in titer/g.

Therefore, it is necessary to pursue the storage of digestate and microbiological studies for determination of exact time of standing before use in practice.

CONCLUSIONS

- The agrochemical and chemical characteristics of test samples of digestate obtained from model installation for biogas production with different percentage of pig manure and waste from market establishes that it is a biomass, rich in macro- and microelements and can be used in agricultural practice to maintain and improve soil fertility and crop yields.
- The value of a bio fertilizer is determined by content of active nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium). Different ratio of pig manure and waste from markets in digestate determines the availability of nutrients and fertilizing rate, according to the crop and soil

От данните в таблицата се вижда, че след 5 месечно престояване в биошлама се наблюдава намаляване в количеството на изследваните микроорганизми – Коли –Форми, Escher. coli, Ентерококи). Изключение прави биошлама получен при 100% отпадъци от пазарите. Не са установени изменения/намаляване в количеството на Clostr.Perfringens в титър/g.

Следователно, необходимо е да продължи съхранението на биошлама и изследванията на микробиологичните показатели, за да се установи точно времето на престой преди оползотворяване в практиката.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

- Агрохимичната и химична характеристика на изследваните образци на биошлам, получен от моделна установка за производство на биогаз с различно процентно участие на свински тор и отпадъци от пазарите установява, че той представлява биомаса, богата на хранителни макро и микроеlementи и може да се използва в земеделската практика за поддържане и повишаване на почвеното плодородие и добивите от земеделски култури.
- Ценността на даден биотор се определя от съдържанието на активните хранителни вещества в него (азот, фосфор и калий). Различното участие на свински тор и отпадъци от пазарите при получаването на биошлам определя наличието на хранителни вещества, а от там и нормите на торене, съобразно

requirements. The best agrochemical indicator has digestate, which is produced at ratio of pig manure: waste from fruit and vegetables – 70%: 30%.

- Content of heavy metals in digestate at different ratio of pig manure and waste from markets is below MPC and soils are not burden with these elements.
- Sanitary and microbiological studies found that natural decontamination of digestate it not occurred in accordance with the Regulation on the use of sewage sludge in agriculture. It is necessary to continue research in this direction by establishing downtime, methods of decontamination and impact of the digestate on yields, chemical, agrochemical and physical-chemical properties of soil.

REFERENCES

- [1]. Deublein D., Steinhauser A. (2008) – *Biogas from Waste and Renewable Resources. An Introduction*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. p. 443;
- [2]. Ivanov P. (1984) – *New acetate-lactate method for determining of available forms of phosphorus and potassium in the soil*, Soil Science and Agrochemistry 4: 88-98, Sofia, Bulgaria;
- [3]. Marinova Sv., Mihaylova Sn., Zlatareva E., Toncheva R., Pchelarova Hr., Simeonov I. (2012) – *Effect of the Digestate from Anaerobic Co-digestion of Wasted Fruits and Vegetables and Swine Manure on the Development of Lettuce*. International Conference "Ecology – Interdisciplinary Science and Practice", Sofia, Bulgaria;
- [4]. Simeonov I., Kalchev B., Chorukova E., Mihaylova Sn., Valevski G., Hubenov V., Aleksandrov A., Georgiev R., Christov N. (2012a) – *Pilot-scale biogas plant for research and development of new technologies*. Sixieme edition du COLLOQUE FRANCOPHONE SUR L'ENERGIE – ENVIRONNEMENT – ECONOMIE et THERMODYNAMIQUE (COFRET 2012), 11-13 Juin, Sozopol, Bulgarie. p. 389-392;
- [5]. Simeonov I., Mihaylova Sn., Kalchev B., Chorukova E., Marinova Sv. (2012b) – *Study on the Anaerobic Co-Digestion of Wasted Fruits and Vegetables*. 5th International Scientific Conference on Water, Climate and Environment Balwois 2012, Ohrid, Republic of Macedonia;
- [6]. State Journal 112. (2004) – *Regulation on Ways of Utilization of Sludge from Wastewater Treatment through its Use in Agriculture* - Bulgaria;
- [7]. Zlatareva E., Marinova Sv., Pchelarova Hr., Toncheva R., Katsarova A., Mihaylova Sn. (2012) – *Changes in Soil Properties as a Result of Fertilization with Digestate from Biogas Production*, Ecological engineering and environmental protection 2: 5-11.

изискванията на културите и почвите. С най добри агрохимични показатели е биошламът, получен при съотношение на изходните суровини свинска тор: отпадъци от плодове и зеленчуци 70%:30%.

- Съдържанието на тежки метали в изходния биошлам при различно съотношение на свински тор и отпадъци от пазарите е под нормите на допустимите граници и почвите не се натоварват с тези елементи.
- Санитарно-микробиологичните изследвания на биошлам, при различно участие на свински тор и отпадъци установиха, че не е настъпило естествено обеззаразяване на получения биошлам, съгласно изискванията на Наредбата за използване на утайки чрез употребата им в земеделието. Необходимо е изследванията да продължат в тази посока, като се установи времето на престой и методите на обеззаразяване и чрез въздействието му върху добива, химичните, агрохимични и физико-химични свойства на почвата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Deublein D., Steinhauser A. (2008) – *Биогаз от отпадъци и възобновяеми ресурси. Въведение*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. p. 443;
- [2]. Иванов П., (1984) – *Нов ацетатно - лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата*. Почвознание и агрохимия, 4: 88-98, София, България;
- [3]. Маринова С., Михайлова С., Златарева Е., Тончева Р., Пчеларова Х., Симонов И. (2012) – *Ефект на биошлама от анаеробна ферментация на отпадъци от плодове и зеленчуци и свински тор за отглеждане на маруля*. Международна конференция „Екология – Интердисциплинарна наука и практика. София, България;
- [4]. Симонов И., Калчев Б., Чурукова Е., Михайлова С., Вълевски Г., Хубенов Г., Александров А., Георгиев Р., Христов Н. (2012a) – *Пилотна инсталация за биогаз за изследвания и развитие на нови технологии*. Шесто издание на френската конференция за енергия - околна среда - икономика и Термодинамика (COFRET 2012), 11-13 юни, Созопол, България. 389-392;
- [5]. Симонов И., Михайлова С., Калчев Б., Чурукова Е., Маринова С. (2012b) – *Проучване на анаеробната ко-ферментация на отпадъци от плодове и зеленчуци*. Пета международна научна конференция за водите, климата и околната среда Балвойс 2012, Охрид, Република Македония;
- [6]. Държавен Вестник 112 (2004) – *Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието* – България;
- [7]. Златарева Е., Маринова Св., Пчеларова Хр., Тончева Р., Кацарова А., Михайлова Сн. (2012) – *Промени в свойствата на почвата в резултат от торене с биошлам, получен при производство на биогаз*, Екологично инженерство и опазване на околната среда, № 2, 5-11.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF DIFFERENT RAW MATERIALS FOR BIOGAS

ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА НА РАЗЛИЧНИ СУРОВИНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАЗ

Shindarska Z.¹⁾, Zaharinov B.²⁾, Petrova V.³⁾, Ivanov P.³⁾, Kostadinova G.⁴⁾, Kirov V.¹⁾, Baykov B.²⁾¹⁾University of Forestry, Sofia / Bulgaria; ²⁾New Bulgarian University, Sofia / Bulgaria³⁾ISSAPP "Nikola Pushkarov, Sofia / Bulgaria; ⁴⁾Trakia University, Stara Zagora / Bulgaria

E-mail: zshindarska@hotmail.com

Abstract: A comparative ecologic valuation of different raw materials for biogas production has been made. The valuation is based on the qualities of the different substrates: from energy cultures (sugar, fodder and red beet, leaves mass from the Paulovnia spring and autumn leaves). Three type of fertilizer (cattle from non-litter breeding, swine and non-removable bird fertilizer litter) as well as substrates from waste water of the WTP- Waster water treatment plan (mixed sediment, primary and secondary sediment). The examined raw material has been analyzed according to the following parameters: Dry matter (DM), Organic matter (OM), Organic Carbon (OC), Nitrogen Kjeldahl (N), Nitrogen Ammonium (N - ammonium), Nitrogen nitrate (N- nitrate), Potassium (K), P (Phosphorus), pH (H₂O) and heavy metals – arsenic (As), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Mercury (Hg), Nickel (Ni), Lead (Pb), Zinc (Zn). The results of the examined substrates received from different raw materials (vegetal, organic fertilizers and waste water) give us ground to make the following conclusions: the examined substrates respond in the physical-chemical parameters to all technological requirements of raw material for biogas production (DM, C and proportion C:N). The established differences in the content of nitrogen / within the borders of 1,8% (substrate-leaves mass Paulovnia- spring) to 7,75% of substrate 7 (organic fertilizer)/ allow the combination of the substrates in order to adhere the Nitrate directive of the EU. The established differences in the active forms of nitrogen allow exploitation of programs for fertilizers with the participation of raw materials for biogas production. Our examination of substrates and show a content of heavy elements under the critical admissible limits.

Keywords: biogas, energy plants(crops), manure (fertilizer), sludges, ecological assessment

INTRODUCTION

The collective researches which results are included in the monograph dedicated to the ecologic biotechnologies (Zaharinov, 2013) are mainly directed to the restriction of the linearity of technologies in farming by utilizing organic fertilizers as a raw material for biogas (gas fuel) and bioslam (a product for increase of soil fertility). The existing researches show that it is possible to control anaerobic decomposing in biogas installations by combining substrates from organic fertilizers [1]. The possibilities for increasing the amount of the produced biogas are limited. That is why we started from 2011 experiments using energy cultures as raw material for biogas production.

As a base for this new step of our experiments we used results from our researches in Germany where the biggest economic effect is received by biogas production from the energy culture maize which is silaged under a technology known in Bulgaria [1; 10]. Because of the fact that in Bulgaria the recourses of cultivated land is limited it is irrational to use maize silage (maize is used as animal nutrition and in the industry). Because of this reason a variety of

Резюме: Направена е сравнителна екологична оценка на различни суровини за производство на биогаз. Оценката е на база качествата на различни субстрати: от енергийни култури (захарно, кърмно и червено цвекло, листна маса от Пауловния- пролетни и есенни листа, царевичен силаж и силаж Пауловния), три вида тор (говежда от безпостелно отглеждане, свинска и несменяема птича торова постеля), както и субстрати от отпадни води на ПС (първична, вторична и смесена утайка). Изследваните суровини бяха анализирани по следните показатели: Dry matter (DM), Organic matter (OM), Organic Carbon (OC), Nitrogen Kjeldahl (N), Nitrogen Ammonium (N -ammonium), Nitrogen nitrate (N- nitrate), Potassium (K), P (Phosphorus), pH (H₂O) and heavy metals – arsenic (As), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Mercury (Hg), Nickel (Ni), Lead (Pb), Zinc (Zn). Резултатите от изследваните субстрати получени от различни суровини (растителни, органични торове и отпадни води) ни дават основание да направим следните заключения: Изследваните субстрати по физикохимични показатели отговарят на всички технологични изисквания на суровини за производство на биогаз (СВ, С и съотношение C:N). Установените различия в съдържанието на азот е границите на 1,8% (субстрат - листна маса Пауловния –пролет) до 7,75% (при субстрат 7 - органична тор) позволяват комбиниране на субстратите с оглед спазване на Нитратната директива на ЕС. Съществуващите различия в подвижните форми на азота дават възможност за разработване на програми за торете с участие на различни суровини за производство на биогаз. Проучените от нас субстрати показват съдържание на тежки елементи под критично допустимите граници.

Ключови думи: biogas, energy plants(crops), manure (fertilizer), sludges, ecological assessment

УВОД

Изследванията на колектива, резултатите от които са включени в монография посветена на екологичните биотехнологии (Захаринов, 2013) основно са насочени към ограничаване на линейността на технологиите в животновъдството чрез оползотворяване на органичните торове като суровина за производство на биогаз /газово гориво/ и биошлам /продукт за повишаване на плодородието на почвата/. Досегашните ни проучвания показват, че е възможно да се управлява анаеробното разграждане в биогазовите инсталации чрез комбиниране на субстрати от органични торове [1]. Възможностите за повишаване на количеството на произведения биогаз са ограничени поради което от 2011 г започнахме експерименти с използване на енергийни култури като суровина за производство на газово гориво.

Като основа на този нов етап в нашите опити ние използвахме резултати от проучванията ни в Германия, при които най-голям икономически ефект се получава при производство на биогаз от енергийната култура царевича, която се силажира по известна и в България технология [1; 10]. Поради факта, че в България ресурсът от обработваеми земи е ограничен е нерационално използване на царевичен силаж /царевичката се използва

researches have been conducted, with substrates containing new for our country energy cultures, as well as with plant biomass which remains unused, so called wood silage. In the recent years in the EU countries there has been an increase of interest in sediment use from the clearing stations for waste water as raw material for biogas production [5].

In our country the technology for biogas production from mixed sediments has been optimized in Wastewater treatment plant – Kubratovo (Sofia) where the effect estimated by a level of microbial decontamination and amount of produced biogas is evaluated as unsatisfactory. As insufficiently effective we evaluate also the technology for biogas production also in Wastewater treatment plant - Stara Zagora.

Using the sediments independently (which is the case in both instances that we describe) the received biogas is insufficient because the sediments from the bio-pools are microbial biomass with very strong cellulose membrane. This was a motivation to evaluate the various substrates in order to combine them for an optimization of the technologies for biogas production and reaching a satisfactory ecological effect estimated on reducing the organic material of the substrate.

The aim of the current research are substrates of new for the country energy cultures, organic fertilizers with different composition, as well as sediments from Wastewater treatment plant according to technological parameters determining the biogas production and guaranteeing the requirements of the nitrate directive of the EU, as well as an ecologic evaluation of the movement of biogenic and toxic elements.

MATERIAL AND METHOD

The research of team, which results are included in a monograph devoted to environmental biotechnology [13] are mainly aimed at reducing the linearity of technology in livestock production by use of organic manure as a raw material for biogas / gas fuel / digestate and / product soil fertility enhancement/. Our previous studies have shown that it is possible to manage the anaerobic digestion in biogas plants by combining the substrates of organic fertilizer [1]. The possibilities for increasing biogas production are limited. Therefore in 2011 began experimenting with the use of energy crops as a raw material for the production of gas. As a basis for this new phase in our experiments we used the results of our research in Germany, where the greatest economic effect is obtained with biogas from energy crops maize, which was ensiled in a certain Bulgarian technology [1;12]. Due to the fact that in Bulgaria resource of arable land is limited is irrational use of silage corn / maize is used for animal feed and in industry /. For this reason, several studies were conducted with substrates containing new for our country energy crops and plant biomass that remains (e.g. forest silage) [2, 4]. In recent years, increasing the interest in the EU for use of sludge from plants for waste water as raw materials for the production of biogas [5].

The study included: 1. Collecting of samples of organic fertilizers: beef, bird and pig manure, energy crops: corn silage, silage paulownia (spring leaves), spring leaves Paulownia, autumn leaves Paulownia, sugar beet (tuber), red beet (tuber), fodder beet tuber) – beef and samples from wastewater treatment plant in St. Zagora.

Analysis of the substrate are obtained according to the following parameters and methods: Dry matter (DM) by BSS EN 14346 (Bulgarian State Standard), Organic matter (OM) determined based on estimates of BOD, Organic Carbon (OC) by BSS EN 13137, Nitrogen Kjeldahl (N) by BSS 13342, Nitrogen Ammonium (N -ammonium) BSS

за храна на животните и в промишлеността/. По тази причина бяха проведени редица изследвания със субстрати съдържащи нови за нашата страна енергийни култури, както и от растителна биомаса, която остава неоползотворена т нар. горски силаж. През последните години се засилва интереса в страните от ЕС към използване на утайките от пречиствателни станции за отпадни води като суровини за производство на биогаз [5].

В нашата страна бе оптимизирана технологията за производство на биогаз от смесени утайки в ПСОВ Кубратово, като ефектът преценен по степен на микробна деконтаминация и количество произведен биогаз се преценява като незадоволителен. Като недостатъчно ефективна преценяваме технологията за производството на биогаз и в ПСОВ Стара Загора.

При използване на утайки самостоятелно /както е в двата случая които описваме/ полученият биогаз е недостатъчен, тъй като утайките от биобасейните представляват микробна биомаса с много здрава целулозна мембрана. Това ни мотивира да направим преценка на различните субстрати с оглед тяхното комбиниране за оптимизиране на технологиите за производство на биогаз и постигане на задоволителен екологичен ефект преценен по редуциране на органичните вещества в субстрата.

Целта на настоящето проучване са субстрати от нови за страната енергийни култури, органични торове с различен състав, както и утайки от ПС по технологични показатели определящи добива на биогаз и гарантиращи изискванията на Нитратната директива на ЕС, както и екологична оценка на движението на биогенни и токсични елементи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследванията на колектива, резултатите от които са включени в монографията посветена на екологичните биотехнологии [13] основно са насочени към ограничаване на линейността на технологиите в животновъдството чрез оползотворяване на органичните торове като суровина за производство на биогаз /газово гориво/ и биослам /продукт за повишаване на плодородието на почвата/. Досегашните ни проучвания показват, че е възможно да се управлява анаеробното разграждане в биогазовите инсталации чрез комбиниране на субстрати от органични торове [1]. Възможностите за повишаване на количеството на произведения биогаз са ограничени поради което от 2011 г започнахме експерименти с използване на енергийни култури като суровина за производство на газово гориво. Като основа на този нов етап в нашите опити ние използвахме резултати от проучванията ни в Германия, при които най-голям икономически ефект се получава при производство на биогаз от енергийната култура царевича, която се силажира по известна и в България технология [1;12]. Поради факта, че в България ресурсът от обработваеми земи е ограничен е нерационално използване на царевичен силаж /царевичката се използва за храна на животните и в промишлеността/. По тази причина бяха проведени редица изследвания със субстрати съдържащи нови за нашата страна енергийни култури, както и от растителна биомаса, която остава неоползотворена т нар. горски силаж [2, 4]. През последните години се засилва интереса в страните от ЕС към използване на утайките от пречиствателни станции за отпадни води като суровини за производство на биогаз [5].

В нашата страна бе оптимизирана технологията за производство на биогаз от смесени утайки в ПСОВ Кубратово, като ефектът преценен по степен на микробна деконтаминация и количество произведен биогаз се преценява като незадоволителен. Като недостатъчно ефективна преценяваме технологията за производството на биогаз и в ПСОВ Стара Загора.

Анализ на субстрата се получават в съответствие със следните параметри и методи: на сухо вещество (DM) от БДС EN 14346 (български държавен стандарт), органично вещество (ОВ), определен на основата на оценка на БПК, биологична потребност от кислород органичен въглерод

3587, Nitrogen nitrate (N- nitrate) by BSS EN ISO 10304-2, Sulfates (SO₄) by BSS EN ISO 10304-2, Calcium Oxide (CaO) by EPA 6010C, Magnesium Oxide (MgO) by EPA 6010C, Potassium (K) by EPA 6010C, P (Phosphorus) by EPA 6010C, pH (H₂O) by BSS EN 12176 and heavy metals – arsenic (As), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Mercury (Hg), Nickel (Ni), Lead (Pb), Zinc (Zn) by EPA 6010C [3, 6, 7, 8, 9].

RESULTS AND DISCUSSION

On table 2-a,b is depicted the composition of the main substrates for biogas production. Comparing the fertilizers regarding DM (dry material) one can see that no differences between cattle and swine fertilizers can be observed. From the three compared fertilizer types regarding the parameter organic carbonate the highest values are to be observed on cattle fertilizers and the lowest - on bird fertilizer. In contrast to those parameters (DM, organic C) the percentage of nitrogen in fertilizer received by monogastric animals (swine and birds) is higher.

The nitrogen fraction (ammoniac, nitrite and nitrate nitrogen) follow the tendencies observed for the general nitrogen where the value for all three fractions are the highest in bird fertilizer. The best proportion between carbonate and nitrogen is though observed in cattle fertilizer where as far as this parameter is concerned the fertilizers received by monogastric animals (swine and bird) are two times lower. The values received for this parameter are confirmed also by previous other comparative researches [12]. The recommendations of various foreign authors for optimal proportion between carbonate and nitrogen are too heterogeneous but in all cases all three fertilizer types are included in the admissible limits. As far as pH is concerned the differences between the single fertilizers are unessential. The highest values for alkaline environment are bird fertilizers which correspond to the higher values of nitrogen. The two main biogenic elements (K and P) are with higher values in the fertilizer received from monogastric animals. The high percentage of potassium in bird fertilizer strikes with its almost two times higher values to the one in swine fertilizer.

On the same table are shown also two types of silage: from maize and Paulownia. Compared to the proportion of RM and organic carbonate (main parameters characterizing biogas production) one can see that the silage of Paulownia is with higher values (for DM 28.46 against 26.0, and for C 43.29 against 26.49).

A match with the literally data summed up in table 3 has been established.

The leaf of Paulownia is represented in two categories: spring and autumn leaf. In our researches has been established that a four times mowing of the stem with the leaf mass and its use is possible. Autumn leaf is object of examination because after the first frost the leaf mass falls and it is possible to be gathered and silaged with comparatively low expense of work.

Comparing the silage from Paulownia spring leaves to initial raw material (green leaf mass) regarding raw material and carbonate it can be seen that in both parameters the silage is superior. Regarding nitrogen and derivative fractions of nitrogen similar tendencies can be observed. Regarding the parameter correlation nitrogen and carbonate the silage from Paulownia taken at spring is not different from the fresh leaf mass. Naturally the pH values are lower in the silage compared to the initial raw material (4.3 against 5.63).

Regarding the two main biogenic elements (potassium and phosphorus) the differences are unessential.

(OC) от БДС EN 13137, азот по Келдал (N) от БДС 13342, амониен азот (N-амониен) BSS 3587, нитратен азот (N-нитрат) от БДС EN ISO 10304-2, сулфати (SO₄) по БДС EN ISO 10304-2, калциев оксид (CaO) от EPA 6010C, магнезиев оксид (MgO) от EPA 6010C, Калий (K) от EPA 6010C, P (фосфор) от EPA 6010C, pH (H₂O) от БДС EN 12176 и тежки метали - арсен (As), кадмий (Cd), хром (Cr), Мед (Cu), живак (Hg), никел (Ni), олово (Pb), Цинк (Zn) от EPA 6010C [3, 6, 7, 8, 9].

РЕЗУЛТАТИ

На таблици 2-a,b е представен състава на основните субстрати за производство на биогаз. Сравнявайки торовете по отношение на СВ /сухо вещество/ се вижда, че между говеждата и свинската тор различия не се наблюдават. От сравняваните три вида тор по показателя органичен въглерод най-високи стойности се наблюдават при говеждата тор, а най – ниски при птичата. За разлика от тези показатели/ СВ, орг.С/ процента на азота в тора получена от моногастричните животни /свине и птици/ е по-висок.

Азотните фракции / амониен, нитратен и нитритен азот/ следват тенденциите наблюдавани за общия азот, като стойностите и за трите фракции са най-високи при птичата тор. Най-добро съотношение между въглерод и азот обаче се наблюдава при говеждата тор, като по отношение на този показател торовете получени от моногастрични животни /свинска и птича/ са с два пъти по –ниски стойности. Стойностите получени за този показател се потвърждават и от предишни наши сравнителни проучвания [12]. Препоръките на редица чужди автори за оптимални съотношения между въглерод и азот са твърде разнопосочни, но при всички случаи и трите вида тор се включват в допустимите граници. По отношение на рН различията между отделните торове са несъществени, като с най-високи стойности за алкална среда е птичата тор, което кореспондира с по-високите стойности на азота. Двата основни биогенни елемента /К и Р/ са с по-високи стойности при тора получен при моногастричните животни. Прави впечатление високият процент на калий при птичата тор, който е почти два пъти по-висок и от този при свинската тор.

На същата таблица са представени и два вида силаж: от царевица и пауловния. Сравнени по отношение на СВ и органичен въглерод (основни показатели, характеризиращи производството на биогаз) се вижда, че силажа от пауловния е с по-високи стойности (за СВ 28,46 срещу 26,0, а за С 43,29 срещу 26,49).

При нашите изследвания се установи еднопосочност с литературни данни обобщени в таблица 3.

Листата от Пауловния са представени в 2 категории: пролетни и есенни листа. При нашите изследвания се установи че е възможно през всеки вегетационен период четирикратно косене на стеблата заедно с листната маса и нейното използване. Есенните листа са обект на изследване, тъй като след първата слана цялата листна маса опадва и е възможно със сравнително малък разход на труд да се събере и силажира.

При сравнение на силажа от пауловния пролетни листа с изходната суровина /зелена листна маса/ по отношение на сухо вещество и въглерод се вижда, че и по двата показателя силажа има превъзходство. По отношение на азота и производните на азота фракции се наблюдават подобни тенденции. По показателя съотношение азот и въглерод силажа от Пауловния приготвен от листна маса прибрана през пролетта не се различава от свежата листна маса. Закономерно стойностите за рН са по-ниски при силажа сравнен с изходната суровина /4,3 срещу 5,63/.

По отношение на двата основни биогенни елемента /калий

Comparing fresh leaf mass – Paulownia taken in spring and autumn regarding the RM there are almost two times higher values in the autumn leaf to the spring one. Regarding the content of nitrogen the values are almost two times higher in spring leaf mass, in contrast to carbonate percentage where the differences between leaf and autumn mass are unessential. Independently of the higher nitrogen values in spring leaf mass no essential differences in the nitrogen fractions are observed. The proportion between carbonate and nitrogen also in the spring leaf mass is 17.33:1, and in the autumn leaf mass is 31.77:1. The proportion between carbonate and nitrogen in both leaf masses is in the optimal values that characterize the production of bio fuel. No differences between leaf masses (spring, autumn) regarding the parameter pH are observed. In both types of leaf mass the content of potassium is higher to the one of phosphorus. The comparative studies between the leaf mass of autumn leaf and the silage made of them regarding the main technological parameters are object of following studies.

The content of dry material in all three types of beet (sugar, fodder and red) is between 25.12-36.11%, where sugar beet is with the highest values. Regarding the nitrogen content the differences between all three types of beet are unessential (<1%). The nitrogen content is the lowest in sugar beet - 1.32%. The data on content of nitrogen fractions (ammonium, nitrite and nitrate nitrogen) are heterogeneous.

Regarding the other important parameter C:N (for a correct run of the methane fermentation) the three types of beet are in the limits of the optimal values, where sugar beet is in the upper limit (30.34) and red and fodder beet are in the lower limit (18.41:1 и 19.20:1 correspondently). Regarding the pH parameter the differences are unessential. No differences in the values of the two biogenic elements (K and P) in all three types of beet can be observed.

The content of DM in waste water in the different clearing phases varies from 0.02%/l at the exit to 1.16%/l in mixed sediment (water recirculation). Regarding the parameter organic substance (estimated on the base of BOD) the mixed sediment is with the highest values, followed by water-entrance. The pH values are alkaline in water-entrance (7.80) and in the other phases a tendency of pH decrease is observed. The highest Nitrogen and phosphorus content is in mixed sediment (water-recirculation) and the lowest in the exit.

The results on the content of the examined raw materials that we received show that evaluating the components of the mixture one should stress on some main parameters: 1. Raw material – considering that usage of substrate mixture with raw material content of 7-10% is planned. All examined raw materials with small exceptions (those received from clearing stations) are in the category of the appropriate ones; 2. Organic substance – from 77.90 to 91.60% of the raw, which is an index for the presence of organic composition that give energy; 3. C:N Proportion varies from 12.41 to 31.77 which allows to reach an optimal proportion when mixing; 4. The ammonium ions have an inhibiting methane fermentation when over 2710 mg/l. Although high values have been established in bird and swine fertilizer they are in mg of kg dry material and the conclusion is that by mixing the substrates no inhibiting effect of the ammonium ions can exist; 5. There is an inhibiting effect of potassium when there is over 3000mg/l substrate in the fermentor. In none of the 10 substrates that we examined (data is mg per kg draw material) an excess of the critical limit has been observed.

и фосфор/ различията са несъществени. Сравнявайки свежа листна маса – пауловния прибрана през пролетта и есента по отношение на СВ се наблюдават почти два пъти по-високи стойности при есенните листа спрямо пролетните. По отношение съдържание на азот стойностите са почти два пъти по-високи в листната маса прибрана през пролетта, за разлика от процента на въглерода, където разликите между листната маса прибрана през пролетта и есента са несъществени. Независимо от по-високите стойности на азота в листната маса прибрана през пролетта съществени различия в азотните фракции не се наблюдават. Съотношението между въглерод и азот и при листна маса прибрана през пролетта е 17,33:1, а при листна маса прибрана през есента е 31,77:1. Съотношението между въглерод и азот и при двете листни маси са в оптималните стойности характеризиращи производството на биогориво. Не се наблюдават различия между листната маса /пролет, есен/ по отношение на показателя рН. И при двата вида листна маса съдържанието на калий е по-високо, спрямо това на фосфора. Сравнителните проучвания между листна маса есенни листа и силажа произведен от тях по отношение на основните технологични показатели са обект на следващи проучвания.

Съдържанието на сухо вещество в трите вида цвекло (захарно, крмно и червено) е в границите 25,12-36,11%, като най-високо е при захарното цвекло. По отношение съдържание на въглерод различията между трите видове цвекло са несъществени (<1%). Съдържанието на азот е най-ниско при захарното цвекло – 1,32%. Данните за съдържание на азотни фракции /амониев, нитритен и нитратен азот/ са разнородни.

По отношение на другия важен показател C:N (за правилно протичане на метановата ферментация) и трите вида цвекло са в границите на оптималните стойности, като за захарното цвекло е в горната граница (30,43), а за червеното и крмното на долната граница (18,41:1 и 19,20:1 съответно). По отношение на показателя рН различията са несъществени. Не се наблюдават различия в стойностите на двата биогенни елемента (K и P) при трите вида цвекло.

Съдържанието на СВ в отпадните води при различните етапи на пречистване варира от 0,02% /l при изхода до 1,16%/l при смесената утайка (вода рециркуляция). По отношение на показателя органично вещество (изчислено на база ХПК) смесената утайка е с най-високи стойности, следвана от вода – вход. Стойностите на рН са алкални във вода-вход (7,80), като в останалите етапи се наблюдава тенденция към намаление на рН. Съдържанието на азот и фосфор е най-високо в смесената утайка (вода-рециркуляция) и най-ниско при изхода.

Получените от нас резултати за състава на изследваните суровини показват, че при преценка на компонентите в микса следва да се акцентира върху няколко основни показатели: 1. Сухо вещество – като се има предвид, че се предвижда използване на субстратен микс със съдържание на сухо вещество 7-10% всички изследвани суровини с малки изключения (тези получени от пречиствателните станции) са в категорията на подходящите. 2. Органично вещество – от 77,90 до 91,61% от сухото, което е показател на наличие на органични съединения от които се получава енергия. 3. Съотношение C:N варира от 12,41 до 31,77 което позволява при миксирането да се постигне оптималното съотношение. 4. Амониевите йони имат инхибиращо метановата ферментация действие когато превишат 2710 мг/л. Независимо че в птичия и свинския тор са установени високи стойности те са в мг на кг сухо вещество и заключението е, че при смесване на субстратите не може да има инхибиращ ефект на амониевите йони. 4. Инхибиращо е на калия когато превиши 3000 мг/л субстрат във ферментатора. При изследваните от нас 10 субстрата /данните са мг на кг сухо вещество/ при никой не

On the following table (4) are depicted the data of heavy metal content in the examined raw materials. Comparing the tree types of fertilizer - cattle, bird and swine, it can be seen that except from the zinc in bird and swine fertilizer and the element copper in swine fertilizer the other elements are in the admissible limits. In the admissible limits is the content of the 8 controlled elements also in the plant biomass represented by two types of silages (the maize and the Paulownia one), leaf mass (Paulownia – spring, autumn) and beet heads except from the higher values of zinc in the leaf mass of Paulownia – spring leaf (315mg/kg RM). The examined waste raw materials from clearing stations are with heavy metal values under the critical admissible limits. The differences between them are inessential.

The research on 13 substrates intended for the mix of raw material are with a content of toxic elements far under the regulated ones under Order №22 and under the values potentially risky for inhibition of methane fermentation.

се наблюдава превишаване на критичната граница.

На следващата таблица (4) са представени данните за съдържание на тежки метали в изследваните суровини. Сравнявайки трите вида тор – говежда, птича и свинска се вижда, че с изключение на цинка при птичия и свински тор и елемента мед при свинска тор останалите елементи са в допустимите граници. В допустимите граници е съдържанието на 8-те контролирани елемента и в растителната биомаса представена от два вида силаж (царевичен и пауловния), листна маса (пауловния- пролет, есен) и цвекло глави с изключение на по- високи стойности на цинка в листната маса на пауловния пролетни листа (315mg/kg СВ).Изследваните отпадъчни суровини от пречиствателните станции са със стойности за тежките метали под критично допустимите. Различията между тях са несъществени.

Изследванията на 13 субстрата предназначени за суровинния микс са със съдържание на токсични елементи далеч под регламентираните по Наредба №22 и под стойностите потенциално рискови за инхибиране на метановата ферментация.

Table 1 / Таблица 1
Raw materials for biofuel production / Изходни материали за производство на биогаз

	Type substrate / Вид субстрат
	Fertilizers / Торове
1.	Beef manure / Говежди
2.	Bird manure / Птичи
3.	Pig manure / Свинска
	Energy crops / Енергийни култури
4.	Corn silage / Царевичен силаж
5.	Silage Paulownia(spring leaves) / Силаж Пауловния(пролетни листа)
6.	Spring leaves Paulownia / Листа Пауловния (пролетни листа)
7.	Autumn leaves Paulownia / Листа Пауловния (есенни листа)
8.	Sugar beet (tuber) / Захарно цвекло (грудка)
9.	Red beet (tuber) / Червено цвекло (грудка)
10.	Fodder beet (tuber) / Кръмно цвекло (грудка)
	Wastewater treatment plant / Отпадни води
11.	Water –entrance / Вода вход
12.	Water – recirculation / Вода рецикулация
13.	Water – aeration tanks (activated sludge) / Вода биобасейн
14.	Water – exit / Вода -изход

Table 2-a / Таблица 2a

Technological parameters / Технологични параметри

Parameters/ Параметри	DM,% / СВ	OM,% of DM ОВ,% от СВ	C [%]	N [%]	C : N	pH
1.	10,80±0,98 /	77,90±1,21 /	35.93±0.41 / 35,93±0,41	1.97±0.04 / 1,97±0,04	18,23:1	7.41±0.19 / 7,41±0,19
2.	8,22±1,31 /	81,32±0,91 /	28.55±0.43 / 28,55±0,43	2.3±0.03 / 2,3±0,03	12,41:1	8.22±0.57 / 8,22±0,57
3.	10,77±0,33 /	77,97±1,09 /	29.67±0.46 / 29,67±0,46	2.05±0.03 / 2,05±0,03	14,47:1	7.54±0.31 / 7,54±0,31
4.	26,00±0,42 /	87,73±0,67 /	26.49±0.29 / 26,49±0,29	1.79±0.09 / 1,79±0,09	14,80:1	4.6±0.19 / 4,6±0,19
5.	28,46±0,31 /	88,90±0,97 /	43.29±1.11 / 43,29±1,11	2.45±0.09 / 2,45±0,09	17,67:1	4.3±0.15 / 4,3±0,15
6.	23,40±1,01 /	92,43±0,14 /	37.26±2.11 / 37,26±2,11	2.15±0.03 / 2,15±0,03	17,33:1	5.31±0.28 / 5,31±0,28
7.	41,40±1,23 /	94,99±1,29 /	38.76±0.98 / 38,76±0,98	1.22±0.05 / 1,22±0,05	31,77:1	5.63±1.12 / 5,63±1,12

8.	36,11±1,15 /	91,61±0,29 /	40.17±1.21 / 40,17±1,21	1.32±0.03 / 1,32±0,03	30,43:1	5.52±0.04 / 5,52±0,04
9.	25,12±1,96 /	88,59±0,33 /	41.05±0.98 / 41,05±0,98	2.23±0.21 / 2,23±0,21	18,41:1	5.21±0.013 / 5,21±0,013
10.	25,70±0,98 /	89,71±0,45 /	39.35±1.03 / 39,35±1,03	2.05±0.11 / 2,05±0,11	19,20:1	5.10±0.45 / 5,10±0,45
11.*	298	158	-	21.63 / 21,63	-	7.80±0.18 / 7,80±0,18
12.*	11676	105	-	1953	-	6.86 / 6,86
13.*	5659	18	-	1132	-	6.90 / 6,90
14.*	161	27	-	2.54 / 2,54	-	7.14 / 7,14

- The data are from mg/l / Данните са в mg/l
- ** The organic matter was calculated based BOD/ Органичното вещество е изчислено на база ХПК

Table 2-b / Таблица 26.

Content of biogenic macro elements / Съдържание на биогенни макроелементи

Parameters / Параметри	Nitrogen fraction / Азотни фракции [mg/kg]			K [%]	P [%]
	ammonium / амониев	nitrite /нитритен	nitrate / нитратен		
1.	714,6±2,15	10,2±0,99	5,0±0,01	0,91±0,0	0,58±0,03
2.	3865±3,44	62,6±1,01	13,6±0,23	2,53±0,11	1,26±0,08
3.	2761±1,86	5,0±0,06	<1,0	1,25±0,17	1,34±0,04
4.	609±1,47	18,6±0,09	<1,0	3,64±0,12	0,34±0,00
5.	1096±13,24	19,4±0,05	39,3±1,25	1,70±0,07	0,21±0,03
6.	205,5±9,03	< 5	< 5	2,12±0,13	0,20±0,04
7.	148,9±1,13	< 5	< 5	1,89±0,09	0,34±0,01
8.	1070,9±2,11	9,7±0,33	80,0±10,5	0,60±0,02	0,06±0,01
9.	1774,2±1,19	16,7±1,1	14422,8±23,5	1,01±0,01	0,09±0,03
10.	1771,2±3,04	6,0±0,98	13840,4±1,22	1,01±0,03	0,11±0,01
11.*	-	-	-	11,52±0,3	65,6±0,13
12.*	-	-	-	13,33±0,7	1640±11,12
13.*	-	-	-	11,15±0,9	973,6±9,25
14.*	-	-	-	10,23±0,5	37,28±1,39

- The content of N and P is based on mg/l / Съдържанието на N и P е на база mg/l

Table 3 / Таблица 3

Data of the chemical composition of the raw materials from farms / Данни за химичен състав на изходни материали от фермите [13]

Types of raw materials / Видове изходни материали	Dry matter content / Съдържание на сухо вещество [%]	Organic matter / Органично вещество [%]	Biogas yield / Добив на биогаз [m ³ / t of DM]	Methane content / Съдържание на метан [%]
Beef manure / Говежда тор	10	75	340	55
Pig manure / Свинска тор	8	75	400	58
Grass silage / Тревен силаж	40	85.6	656	55
Corn silage / Царевичен силаж	32	95.4	611	53

Table 4 / Таблица 4

Component of heavy metals / Съдържание на тежки метали

Elements / елементи [mg/kg]	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
1.	< 5	< 0,5	< 0,5	1,3±0,01	34±0,05	< 1	9,8±0,04	< 5	150±0,21
2.	< 5	< 0,5	0,8	0,7±0,00	84±0,22	< 1	7,3±0,11	< 5	420±0,33
3.	< 5	< 0,5	< 0,5	2,6±0,01	139±0,14	< 1	8,7±0,07	< 5	343±0,21
4.	< 5	< 0,5	< 0,5	10,7±0,03	7,5±0,02	< 5	6,4±0,15	< 5	41,8±1,13
5.	< 5	< 0,5	0,9	24,0±1,0	24,0±0,92	< 1	15,9±1,34	< 5	85,6±1,28
6.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	6,5±0,45	13,3±1,23	< 1	7,2±1,02	< 5	315,5±2,45
7.	10,3±0,28	< 0,5	< 0,5	14,4±1,28	41,9±1,13	< 1	13,5±0,09	< 5	48,1±2,13

8.	< 5	< 0,5	< 0,5	13,6±0,01	6,3±0,04	< 1	7,6±0,11	< 5	12,7±1,11
9.	< 5	< 0,5	< 0,5	6,2±0,91	12,3±0,76	< 1	4,6±0,09	< 5	67,9±2,13
10.	< 5	< 0,5	< 0,5	8,2±1,03	7,9±0,21	< 1	3,6±0,03	< 5	13,8±0,15
11.	<0,3	0,06	<0,5	4,67±0,04	0,009	<0,1	3,41±0,06	<0,116	0,021
12.	<0,5	0,022	<0,5	0,948	0,034	<0,1	1,05±0,05	<0,116	0,034
13.	<0,3	0,016	<0,5	1,138	0,005	<0,1	0,697	<0,116	0,114
14.	<0,3	0,024	<0,5	0,944	0,007	<0,1	1,306	<0,116	0,041

CONCLUSIONS

The results from the examined substrates received from various raw materials (plant, organic fertilizers and waste water) give us ground to make the following conclusions:

- The examined substrates contain in optimal values all technological parameters that characterize the production of bio fuel (RM, C and proportion C:N). With a view to a maximum biogas production and maximum mineralization of the organic substances in the substrates it is recommendable to use combined substrates which would lead to an optimal proportion of macro- and microelements (valuable agro ecological parameters that combine mineral salts that are immediately used by plants) with indecomposable organic substances that improve the soil structure. Reason for this conclusion gives us also the bioslam data received from these substrates.
- The content of nitrogen in the examined substrates is in the limits of 1.8% (substrate / leaf mass Paulownia-spring) to 7.75% by substrate 7 (organic fertilizer). The free nitrogen forms (nitrogen – ammonium) is by substrate 8 (unchangeable bird litter). The nitrate form of nitrogen is with the highest values in substrates made of root crops (beet – sugar, fodder and red). The substrates received from waste water of wastewater treatment plant concerning the content of nitrogen take middle place which confirms the collective view for the use of mixed substrates for biogas production.

Aknowlegement

The rechearch was financed by the Fund for Scientific Research in Bulgaria in the frame on the Scientific project FFIPO_12_01283: "Ecology of agro-ecological systems and increase energy efficiency by applying a revised bio organic waste for fertilization, introduction of energy plants and complex utilization of biomass as an energy carrier" (Contract SFSR-EO1/3 from 27.11.2012).

REFERENCES

- [1]. Baykov B., Popova T., Zaharinov B., Kirov V., Simeonov I. (2005) - *Assement of the compost from the methane fermentation of litter from broiler production with a view to its utilization in organic plant*, ISAH, Warsaw, Poland, vol.2, p.69-72
- [2]. Dimitrova D., Cherijska Iv., Marinova-Garvanska Sv., Kolev N. (2009) - *Potencial for biogas production in Bulgaria*, Biogas for Eastern Europe;
- [3]. EU Directive 2001/18 for organic farming, Fechagentur Nachwashsewinung und nutzung, 2008, ISBN 3 00 014333-5;
- [4]. Lehtomaki A. at al. (2007) - *Biogas production from Energy crops and crop Residues*, ISBN 951-39-2369-X;
- [5]. Marinova S. (2008) - *Sludge from wastewater treatment and rules for their use*, Publishing house "Publish SaiSet-Eko", ISBN 978-954-749-076-5;

ИЗВОДИ

Резултатите от изследваните субстрати получени от различни суровини (растителни, органични торове и отпадни води) ни дават основание да направим следните заключения:

- Изследваните субстрати съдържат в оптимални стойности всички технологични показатели характеризиращи производството на биогориво (СВ, С и съотношение C:N). С оглед макс. добив на биогаз и макс. минерализиране на органичните вещества в субстратите е пропоръчително използване на комбинирани субстрати, което би довело до оптимално съотношение на макро- и микроелементи (ценни агроекологични показатели съчетаващи минерални соли, които веднага да бъдат оползотворявани от растенията) с неразградими органични вещества подобряващи структурата на почвата. Основание за това заключение ни дават и данните за биошлама получен от тези субстрати.
- Съдържанието на азот в изследваните субстрати е границите на 1,8%- (субстрат -листна маса Пауловния –пролет) до 7,75% при субстрат 7 (органичен тор). Свободните форма на азота (азот –амониев) е при субстрат 8 (несменяема птича постеля). Нитратната форма на азота е с най-високи стойности при субстратите приготвени от кореноплоди (цвекло – захарно, кръмно и червено). Субстратите получени от отпадните води на ПС по отношение съдържание на азот заемат междинно положение, което потвърждава виждането на колектива за използване на смесени субстрати при производството на биогаз. Проучените от нас субстрати показват съдържание на тежки елементи под критично допустимите граници.

Благодарност

Настоящата разработка е финансирана от ФНИ в резултат на изпълнение на Научно изследователски проект FFIPO_12_01283: „Екологизация на агроекологични системи и повишаване на енергийната им ефективност чрез прилагане на преработени биоорганични отпадъци за торене, интродуциране на енергийни култури и комплексно използване на иомасата като енергоносител" (Договор SFSR-EO1/3 от 27.11.2012).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Байков Б., Попова Т., Захаринов., Киров В., Симонов И., (2005) - *Assement of the compost from the methane fermentation of litter from broiler production with a view to its utilization in organic plant* , ISAH, Warsaw, Poland, vol.2, p.69-72
- [2]. Димитрова Д., Черийска Ив., Маринова Гарванска Св., Колев Н., (2009) - *Potencial for biogas production in Bulgaria*, Biogas for Eastern Europe;
- [3]. EU Directive 2001/18 for organic farming, Fechagentur Nachwashsewinung und nutzung, 2008, ISBN 3 00 014333-5;
- [4]. Lehtomaki A. at al. (2007) - *Biogas production from Energy crops and crop Residues*, ISBN 951-39-2369-X;
- [5]. Маринова Св., (2008) – *Утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води и правила за тяхното оползотворяване*, Изд. "Пъблиш СайтСет –Еко, ISBN 978-954-749-076-5;

[6]. Marinova Sv. (2007) - *Agrochemical characterization of sludge from wastewater treatment plant*, Journal Soil Science and Agricultural Chemistry, pag . 122-127;
[7]. Nitrates Directive 91/ 676 EU;
[8]. Regulation 22 of organic plant, 2001;
[9]. Regulation 3/1979 on the admissible content of harmful substances in the soil;
[10]. Shindarska Z., Kirov V., Kalajkova J., Baykov, B. (2012) - *Beets - alternative energy crop for biogas production*, Report presented at the International conference, Vratza, 220-226;
[11]. Shindarska Z., Kirov V., Popova T., Baykov B. (2013) - *New materials for biogas production in livestock farms in Bulgaria*, ISAH, Chine;
[12]. Shindarska Z., Liutskanova O., Baykov B. (2012) - *Evaluation of new raw materials for the production of biogas*, Journal of Balkan Ecology, ISSN 1311-0527, pag. 197-201;
[13]. Zaharinov B. (2012) - *Biomass, Biogas, Compost in energy of anthropogenic ecosystems*, NBU, Sofia, ISBN 9789545357428, pp. 539-560

[6]. Маринова Св.,(2007) - *Agrochemical characterization of sludge from wastewater treatment plant*, Journal Soil Science and Agricultural Chemistry, pag 122-127
[7]. Нитратна директива 91/ 676 EU;
[8]. Наредба 22 of organic plant, 2001;
[9]. Директива 3/1979 относно допустимото съдържание на вредни вещества в почвата;
[10]. Шиндарска З., Киров В., Калайкова Я., Байков Б., (2012) – *Цвеклото- алтернативна енергийна култура за производство на биогаз* , Доклад изнесен на международна конференция, Враца, 220-226;
[11]. Shindarska Z., Kirov V., Popova T., Baykov B. (2013) - *New materials for biogas production in livestock farms in Bulgaria*, ISAH, Chine;
[12]. Shindarska Z., Liutskanova O., Baykov B. (2012) - *Evaluation of new raw materials for the production of biogas*, Journal of Balkan Ecology, ISSN 1311-0527, pag. 197-201;
[13]. Захаринов Б., (2012),Биомаса,Биогаз,Биошлам в енергетиката на атропогенните екосистеми, НБУ, София, ISBN 9789545357428, pp. 539-560.

TECHNICAL AND COMMERCIAL CONDITIONS FOR DIESEL ENGINE ALTERNATIVE SUPPLY WITH VEGETABLE OILS

CONDIȚII TEHNICE ȘI COMERCIALE LA ALIMENTAREA ALTERNATIVĂ A MOTOARELOR DIESEL CU ULEIURI VEGETALE

PhD. Eng. Nicolescu M.A, Eng. Ghilvacs M.I., Eng. Grigore I.

INMA Bucharest / Romania

E-mail: m_a_nicolescu@yahoo.com

Abstract: The partial substitution with vegetable oils of Diesel fuel used to power Diesel engines is a possible behavior and benefits bringer. Under ecological aspect, this practice presents the general advantages of the fossil fuels replacement with biofuels obtained from renewable resources. From strategic point of view, this leads to an increase of energy independence of the practitioners. Finally, in certain sectors such as the agriculture, the use of vegetable oils as Diesel fuels can be bringers of immediate economic benefits. The technologies for the adoption of this behavior are relatively simple and available but, for its promotion, it is necessary to be ensured some technical and commercial conditions. This paper aims to present a summary of these conditions as they resulted from the researches performed during the last years within the INMA Bucharest.

Keywords: conditions of alternative supply, Diesel engine, vegetable oils

INTRODUCTION

The use of raw vegetable oil for the supply of Diesel engines is not a new practice. Thus, the history records that at the Universal Exhibition from Paris of 1900, Rudolf Diesel himself made demonstrations with a model of the engine invented by him operating with peanut oil. Also, is known the widespread use of rapeseed oil for supplying of some Diesel engines in the first decades of the last century. More recently, the preoccupation for the alternative of using of raw vegetable oils for the supply of motor vehicles engines reappeared after the petroleum crisis of the beginning of decade 8 of the last century. Thus, in that period, major automotive manufacturing companies (General Motors in USA, Audi and Daimler – Benz in Europe) made testings with motor vehicles whose engines have been equipped with injection equipment specifically designed for the use of oils. The results of these tests were satisfactory, the only problems observed keeping of the appearance of gum deposits in the injection installations and inside of cylinders. „Unfortunately”, the relatively rapid exit from the mentioned petroleum crisis, followed by an unprecedented availability of oil resources, led to abandonment of "visible" researches in this direction.

The effects of oil crisis episodes from the postwar period always consisted of a rearrangement of the oil price at higher levels, with adverse consequences on the world economic balances and industrial growth rates of all states. On the background of these consequences, in the family of industrialized countries was born the *energetic security* concept, under the banner of which were made and initialed arrangements on planned rhythms of oil extraction and the predictable evolutions of the trading prices of this. At the same time, with the status of part in the energetic security, began to be examined and was developed the concept of *energetic independence*. Under general energetic aspect, this concept has generated, at the level of each state or of some groups of states, development and promotion strategies of some intensive technologies for obtaining the energy – such as the nuclear reactors with fission – or of some sustainable technologies for obtaining the energy –

Rezumat: Substituirea parțială a motorinei folosită la alimentarea motoarelor Diesel cu uleiuri vegetale este o conduită posibilă și aducătoare de beneficii. Sub aspect ecologic, această practică prezintă avantajele generale ale înlocuirii combustibililor fosili cu biocombustibili obținuți din resurse regenerabile. Din punct de vedere strategic, ea conduce la o creștere a independenței energetice a practicanților. În fine, în anumite sectoare de activitate, cum ar fi agricultura, folosirea uleiurilor vegetale drept carburanți Diesel poate fi aducătoare de beneficii economice imediate. Tehnologiile pentru adoptarea acestei conduite sunt relativ simple și disponibile dar, pentru promovarea ei, este necesar să fie asigurate unele condiții tehnice și comerciale. Această lucrare își propune să prezinte o sinteză a acestor condiții, așa cum au rezultat ele din cercetările desfășurate în ultimii ani în cadrul INMA București.

Cuvinte cheie: condiții de alimentare alternativă, motor Diesel, uleiuri vegetale

INTRODUCERE

Folosirea uleiurilor vegetale crude pentru alimentarea motoarelor Diesel nu este o practică nouă. Astfel, istoria consemnează faptul că la Expoziția Universală din anul 1900, de la Paris, însuși Rudolf Diesel a făcut demonstrații cu un exemplar al motorului inventat de el funcționând cu ulei de arahide. De asemenea, este cunoscută utilizarea destul de răspândită a uleiului de rapiță pentru alimentarea unor motoare Diesel în primele decenii ale secolului trecut. Mai recent, preocuparea pentru alternativa utilizării uleiurilor vegetale crude pentru alimentarea motoarelor autovehiculelor a reapărut după criza petrolieră de la începutul deceniului 8 al secolului trecut. Astfel, în acea perioadă, mari firme constructoare de autovehicule (General Motors în SUA, Audi și Daimler – Benz în Europa) au făcut încercări cu autovehicule ale căror motoare au fost dotate cu echipamente de injecție concepute special pentru utilizarea uleiurilor. Rezultatele acestor încercări au fost mulțumitoare, singurele probleme constatate ținând de apariția unor depuneri de gume în instalațiile de injecție și în interiorul cilindrilor. „Din nefericire”, ieșirea relativ rapidă din criza petrolieră menționată, urmată de o disponibilizare fără precedent a resurselor petroliere, a dus la abandonarea cercetărilor „vizibile” pe această direcție.

Efectele episoadelor de criză petrolieră din perioada postbelică au constat întotdeauna într-o reasezare a prețului petrolului la niveluri mai ridicate, cu consecințe nefaste asupra echilibrelor economice mondiale și ritmurilor de creștere industrială ale tuturor statelor. Pe fundalul acestor consecințe, în familia țărilor industrializate s-a născut conceptul de *securitate energetică*, sub stindardul căruia au fost făcute și parafate aranjamente privind ritmuri planificate ale extracției țițeiului și evoluții predictibile ale prețurilor de comercializare a acestuia. În același timp, cu statut de parte în securitatea energetică, a început să fie examinat și s-a dezvoltat conceptul de *independență energetică*. Sub aspect energetic general, acest concept a generat, la nivelul fiecărui stat sau al unor grupuri de state, strategii de dezvoltare și promovare a unor tehnologii intensive de obținere a energiei – cum ar fi reactoarele nucleare cu fisiune – sau a unor tehnologii durabile de obținere a energiei – cum ar fi amenajările hidroenergetice.

such as the hydroenergetical stations. Under the particularly aspect but very important as share of fuels for the thermal engines, the concept of energetical independence enabled concerns in obtaining of alternative fuels. At the same time, the perspective of a relatively close depletion of world oil reserves directed the searches towards the finding of alternative fuels obtained from renewable resources. Under these conditions, the attention has been focused on biofuels, and the specialists have remembered that the use of vegetable oils as fuels is recorded in the "genetics" of Diesel engines.

Obtaining the vegetable oils appeal to limited resources as rhythm of use but periodically renewable through the life cycles of oleaginous plants. Also, the technologies involved are mature and relatively simple. Furthermore, current researches seems to indicate substantial growth possibilities of vegetable oils productions by the exploitation of algal cultures, and such an accomplishment would allow and a reduction of the objections that the biofuels field has to face in the dispute "biofuels versus food".

The use of vegetable oils for the supply the Diesel engines presents nowadays a common form, but "indirect". Subjecting of vegetable oils to a process of transesterification leads to obtaining the bioDiesel, fuel with "engine properties" similar to those presented by Diesel fuel and therefore able to be used as a substitute for the latter. However, this biofuel has the disadvantage of relatively complicated processing, which is profitable only on a large scale and uses ingredients with a high environmental risk (methanol and sodium hydroxide). At the same time, the preparation of the bioDiesel and the use of vegetable oils in this form means to introduce between relatively simple operations for obtaining the crude vegetable oils and their use in engines a set of activities with the complexity of an integrated chemical industry. Obviously, this behavior complicates the way of oils "from furrow to the engine". The direct use of raw vegetable oils as fuel for Diesel engines simplify this way because only obtaining of vegetable oils is obviously much easier than getting the bioDiesel. Concretely, for obtaining of vegetable oils should be covered, outside the steps for obtaining the crops, only the stages of extraction of oil from oilseeds and its purification by processes of degumming and filtration. In addition, the profitability of these operations is not dependent on the size of production and the maintenance of a continuous flow of it. Therefore, the production of vegetable oils intended to be used as motor fuels can be organized without sensitive affecting of the profitability, in local sectors, located near the users and sized according to their needs.

MATERIALS AND METHODS

• General conditions for the alternative supply

Promoting the use of vegetable oils for the Diesel engines supply means primarily that they are available in sufficient quantity and quality and at prices competitive with the price of Diesel oil. We specify that the quality requirements imply that the vegetable oils to be released by the components producing deposits in the engine („gums and waxes”) ie to have a phosphorus content less than 12 ppm (EN 14107) and to undergo a process of filtration with fineness of at least 5 µm. Assuming that these conditions are met, the following requirement refers to preservation of freedom of choice of the potential users.

The vegetable oils have to be proposed as alternative fuels for Diesel engines built for the supply with Diesel fuel. Under these conditions, so that the alternative supply to be accepted and attractive, must that it be possible with the intact preservation of the construction and adjustments of the Diesel engines used. May be allowed, at most, the necessity of using of some additional devices with reasonable prices, easy to install in the vicinity of engine and passive to its functioning with original supply. These

Sub aspectul particular, dar foarte important ca pondere, al combustibililor pentru motoarele termice, conceptul de independență energetică a activat preocupări pentru obținerea de *combustibili alternativi*. În același timp, perspectiva unei relativ apropiate epuizări a rezervelor mondiale de petrol a îndrumat căutările către găsirea unor combustibili alternativi obținuți din resurse regenerabile. De asemenea, tehnologiile implicate sunt mature și relativ simple. Mai mult, cercetări actuale par să indice posibilități de creștere substanțială a producțiilor de uleiuri vegetale prin exploatarea unor culturi de alge, iar o astfel de realizare ar permite și o reducere a obiectivelor pe care domeniul biocombustibililor trebuie să le înfrunte în disputa „biocombustibili contra hrană”.

Obținerea uleiurilor vegetale apelează la resurse limitate ca ritm de utilizare dar regenerabile periodic prin ciclurile de viață ale plantelor oleaginoase. De asemenea, tehnologiile implicate sunt mature și relativ simple. Mai mult, cercetări actuale par să indice posibilități de creștere substanțială a producțiilor de uleiuri vegetale prin exploatarea unor culturi de alge, iar o astfel de realizare ar permite și o reducere a obiectivelor pe care domeniul biocombustibililor trebuie să le înfrunte în disputa „biocombustibili contra hrană”.

Utilizarea uleiurilor vegetale pentru alimentarea motoarelor Diesel prezintă, în zilele noastre, o formă curentă, dar „indirectă”. Supunerea uleiurilor vegetale la un proces de transesterificare conduce la obținerea *biodieselului*, combustibil cu „proprietăți de motor” apropiate de cele prezentate de motorină și, în consecință, apt să fie folosit ca substituent pentru aceasta din urmă. Totuși, acest biocombustibil prezintă dezavantajul unei prelucrări relativ complicate, care este rentabilă numai pe scară mare și folosește ingrediente cu risc ridicat de mediu (metanol și hidroxid de sodiu). În același timp, prepararea biodieselului și folosirea uleiurilor vegetale sub această formă înseamnă să introducem, între operațiile relativ simple de obținere a uleiurilor vegetale crude și utilizarea în motoare, un ansamblu de activități cu complexitatea unei industrii chimice integrate. Evident, această conduită complică drumul uleiurilor „de la brazdă la motor”. Utilizarea directă a uleiurilor vegetale crude drept combustibil pentru motoarele Diesel simplifică acest drum, pentru că numai obținerea uleiurilor vegetale este, evident, mult mai simplă decât obținerea biodieselului. Concret, pentru obținerea uleiurilor vegetale trebuie parcurs, în afara etapelor de obținere a recoltelor, numai etapele de extragere a uleiului din semințele oleaginoase și de purificare a acestuia prin procese de degumare și filtrare. În plus, rentabilitatea acestor operații nu este condiționată de mărimea producției și de menținerea unui flux continuu a acesteia. Prin urmare, producerea de uleiuri vegetale destinate folosirii drept combustibili pentru motoare poate fi organizată, fără afectări sensibile ale rentabilității, în sectoare locale, plasate în preajma utilizatorilor și dimensionate în conformitate cu necesitățile acestora.

MATERIALE ȘI METODĂ

• Condiții generale pentru alimentarea alternativă

Promovarea utilizării uleiurilor vegetale pentru alimentarea motoarelor Diesel presupune, în primul rând, ca acestea să fie disponibile în cantități suficiente, la calitatea necesară și la prețuri concurente cu prețul motorinei. Facem precizarea că cerințele de calitate presupun ca uleiurile vegetale să fie eliberate de componentele care produc depuneri în motor („gume și ceruri”) adică să aibă un conținut de fosfor mai mic de 12 ppm (EN 14107) și să fie supuse unui proces de filtrare cu finețea de cel puțin 5 µm. Presupunând că aceste condiții sunt îndeplinite, următoarea cerință se referă la păstrarea libertății de alegere a potențialilor utilizatori.

Uleiurile vegetale trebuie să poată fi propuse drept combustibili alternativi pentru motoare Diesel construite pentru alimentarea cu motorină. În aceste condiții, pentru ca alimentarea alternativă să fie acceptată și atractivă, trebuie ca ea să fie posibilă cu păstrarea intactă a construcției și reglajelor motoarelor Diesel folosite. Poate fi admisă, cel mult, necesitatea folosirii unor dispozitive adiționale cu prețuri rezonabile, ușor de instalat în vecinătatea motorului și pasive față de funcționarea acestuia cu alimentarea originală.

conditions define the *regime of poly-carburizing* where the user can decide at will the use of Diesel fuel or of vegetable oil without any intervention to the engine. In absence of this regime, the engines operating with vegetable oils are engines dedicated to some operating niches.

Comparative characterization of vegetable oils

The difficulties occurring in the practice of Diesel engines alternative supply with vegetal oils have their origin in differences between some properties of oils and the similar properties of Diesel fuel. Such differences are easy to see in Table 1 in which are presented the main characteristics of Diesel fuel and vegetable oils.

Aceste condiții definesc *regimul de policarburare* în care utilizatorul poate să hotărască, după dorință, folosirea motorinei sau a uleiului vegetal fără nici o intervenție la motor. În lipsa acestui regim, motoarele ce funcționează cu uleiuri vegetale sunt motoare dedicate unor nișe de exploatare.

Caracterizarea comparativă a uleiurilor vegetale

Dificultățile care apar în practica alimentării alternative a motoarelor Diesel cu uleiuri vegetale își au originea în diferențe între unele proprietăți ale uleiurilor și proprietățile similare ale motorinei. Astfel de diferențe sunt lesne de observat în tabelul 1 în care sunt prezentate principalele caracteristici ale motorinei și uleiurilor vegetale.

Table 1 / Tabelul 1

Property / Proprietatea	Diesel Fuel / Motorină	Vegetable oil / Ulei vegetal
Phase Homogeneity / Omogenitatea de fază	homogeneous liquid / lichid omogen	homogeneous liquid / lichid omogen
Composition homogeneity / Omogenitatea de compoziție	hydrocarbon molecules / molecule de hidrocarburi	triglycerides molecules / molecule de trigliceride
Density (at 20°C) / Densitatea (la 20°C) [kg/m ³]	840	920
Cetan number / Cifra cetanică	50	40
Low calorific power / Puterea calorică inferioară [MJ/kg]; [MJ/l]	41.8; 35.1 / 41,8; 35,1	37.6; 34.6 / 37,6; 34,6
Viscosity (at 20°C) / Viscositatea (la 20°C) [mm ² /s]	4...6	40...60
Containing of substances which forms deposits to burn / Conținut de substanțe care formează depuneri la ardere	low / redus	high / mare

The two fuels are homogeneous liquids as regards the aspects of phase and composition. Also, their lower calorific power are very close if it refers to the unit of volume and must made the observation that, for most of the Diesel engines, dosing is volumetrically done. Substantial differences appear relating to cetane number, viscosity and content of substances which form deposits at combustion. All these differences cause problems at the supply of engines with vegetal oils and, for this practice to be possible, must be taken adaptation measures.

Solutions for the adaptation to supply with vegetable oils

The cetane number of vegetable oils, lower than that of Diesel fuel, makes that these do not self-ignite in the unheated cylinders of the engines, which prevents their starting "at cold". At the same time, the cetane number is enough for in the heated cylinders of the engines brought to operating temperature the vegetable oils to ignite under similar conditions for the case of Diesel fuel. Therefore, the Diesel engines can not start "at cold" in the conditions of supplying with vegetable oils but, after reaching the thermal regime, they can function normally with this variant of fuel. The solution for the adaptation to this situation is organizing the *sequential alternative supply*. Thus, at the beginning of a stage of exploitation, the engine "cold" is started under the conditions of supplying with Diesel fuel and this supplying type is kept until reaching the temperature of regime. After warming up of the engine, is passed at the supply with vegetable oil and this is maintained almost the entire duration of the exploitation stage. Finally, near the end of the working stage, it returns to the Diesel fuel supply for an enough time that the supplying and injection installations of engine (the supply pump, the fuel filters, the injection pump, the injection pipes and the injectors) to be "washed" of vegetable oil and filled with Diesel fuel. This latest sequence is intended to allow the supply with Diesel fuel of the engine to the next working stage when, again must be started the engine "cold". In the conditions of practicing of sequential alternative supply, proportion in which the vegetable oil used replaces the Diesel fuel is obviously dependent on the duration of the working stages. For the Diesel engines exploited in working processes (agricultural works, cogeneration of electricity and heat, transports etc.) under the conditions of sequential alternative supply with vegetable oils we can speak practically of an almost total substitution of Diesel fuel, its share in total fuel consumption having a marginal proportion.

The viscosity of vegetable oils is about 10 times higher than that of Diesel fuel. At the supply of Diesel engines

Cei doi combustibili sunt lichide omogene sub aspectele fazei și compoziției. De asemenea, puterile calorice inferioare ale acestora sunt foarte apropiate dacă se referă la unitatea de volum și trebuie făcută observația că, la majoritatea motoarelor Diesel, dozajul se face volumetric. Diferențe substanțiale apar în privințele cifrei cetanice, viscozității și conținutului de substanțe care formează depuneri la ardere. Toate aceste diferențe generează probleme la alimentarea motoarelor cu uleiuri vegetale și, pentru ca această practică să fie posibilă, trebuie luate unele măsuri de adaptare.

Soluții de adaptare la alimentarea cu uleiuri vegetale

Cifra cetanică a uleiurilor vegetale, mai coborâtă decât cea a motorinei, face ca acestea să nu se autoaprindă în cilindrii neîncălziți ai motoarelor, ceea ce împiedică pornirea „la rece” a acestora. În același timp, nivelul cifrei cetanice este suficient pentru ca în cilindrii încălziți ai motoarelor aduse la temperatura de regim uleiurile vegetale să se aprindă în condiții similare cazului motorinei. Prin urmare, motoarele Diesel nu pot porni „la rece” în condițiile alimentării cu uleiuri vegetale dar, după atingerea regimului termic, pot funcționa normal cu această variantă de combustibil. Soluția pentru adaptarea la această situație este organizarea *alimentării alternative secvențiale*. Astfel, la începutul unei etape de exploatare, motorul „rece” este pornit în condițiile alimentării cu motorină și acest tip de alimentare este păstrat până la atingerea temperaturii de regim. După încălzirea motorului, se trece la alimentarea cu ulei vegetal și aceasta este păstrată pe aproape întreaga durată a etapei de exploatare. În fine, în apropierea încheierii etapei de lucru, se revine la alimentarea cu motorină pentru un timp suficient ca instalațiile de alimentare și injecție ale motorului (pompa de alimentare, filtrele de combustibil, pompa de injecție, conductele de injecție și injectoarele) să fie „spălate” de ulei și umplute cu motorină. Această ultimă secvență are ca scop să permită alimentarea cu motorină a motorului la următoarea etapă de lucru când, din nou, trebuie pornit motorul „rece”. În condițiile practicării alimentării alternative secvențiale, proporția în care uleiul vegetal folosit substituie motorina este, evident dependentă de duratele etapelor de lucru. Pentru motoarele Diesel exploatate în procese de lucru (lucrări agricole, cogenerarea de energie electrică și termică, transporturi etc.) în condițiile alimentării alternative secvențiale cu uleiuri vegetale putem vorbi, practic, de o substituie cvasitotală a motorinei, proporția acesteia în consumul total de combustibil având o pondere marginală.

Viscozitatea uleiurilor vegetale este de circa 10 ori mai mare decât aceea a motorinei. La alimentarea motoarelor

designed to run on Diesel fuel, the high viscosity of vegetable oils raises problems at passing through filters and, in the case of the engines with mechanical injection, at the level of injection pump elements. Thus, the pressure drop across the filters increases with the oil viscosity and, depending on the type and construction, the supply pump of the engine may be unable to deliver the necessary fuel or it may even damage. Also, at the level of the injection pump the size of mechanical stress increases because the transfer in cylinders of some doses of more viscous liquid requires amounts of energy corresponding increased. Finally, in the case of the engines with injection with "common rail", the raised viscosity of vegetable oils is likely to lead to the lowering of fuel injected dose, because in this case, the dosage depends on the injectors opening time. Removal or diminishing of the undesirable effects of vegetable oils viscosity is done by acting in the sense to reduce of it. Concretely, the vegetable oil used to the supply of an engine constructed to be fueled with Diesel fuel is delivered to the supplying installation heated to temperatures high enough that the viscosity to be lowered to "bearable" values.

To ensure the poly-carburizing regime, the oil heating is done in a additional device which, in a concentrated or distributed shape, contains one or more heaters placed on the fuel supply route and the directing distribution organs, as appropriate, the Diesel fuel or the oil to the supplying installation. The device is assisted by sensors that measure the temperatures achieved and by automation circuits which, depending on the levels of these temperatures, command the access of Diesel fuel or of oil and functioning of heaters. Regarding the availability of a Diesel engine equipped with such a device, an essential condition is that the "normal" positions (without actuation) of the fuel distribution bodies must permit the fueling with Diesel fuel. Ensuring of this condition – with technical and commercial value – will allow the engine to be operated, being fueled with Diesel fuel, in the cases of failure of the additional device. Also, a condition with high commercial impact is that the installation of the device on the engine to claim only simple interventions, requiring intermediate skills and the use of common tools.

For high content of substances which form deposits at combustion does not exist a solution that can be associated with the engine exploitation. Therefore, the vegetable oils which are going to be used at supplying the Diesel engines must be treated in order to remove these substances. The main category of substances which cause deposits consists of phosphorus compounds ("phosphatides"). The release of the oil of these components requires organized development of chemical reactions inside the oil mass within a process generically called "degumming". The efficiency of degumming process is illustrated by the phosphorus content from the processed oil, which must be below 12 ppm (EN 14107) or even 10 ppm (ASTM D 6751-07). Another category of substances which cause deposits consists of so-called "waxes" present in the raw vegetable oils. In essence, it is about agglomerations of complex molecules, forming microscopic particles with gel consistency. These microparticles have the density very close to that of the oil and dimensions exceeding 5 μm ; therefore it can not be removed by centrifugation actions, but may be retained within a filtration with the fineness of 5 μm or better. In conclusion, the vegetable oils intended to be used as fuels for diesel engines must be conditioned by degumming and filtration at the specified levels.

3. RESULTS

Experimental researches developed at INMA laboratories, under our management, therefore financially limited, have aimed to find certain practical solutions which should allow Diesel engines alternative feeding with crude vegetable oils, degummed and filtered.

Diesel construite pentru funcționarea cu motorină, viscozitatea mare a uleiurilor vegetale ridică probleme la trecerea prin filtre și, în cazul motoarelor cu injecție mecanică, la nivelul elementelor pompei de injecție. Astfel, căderea de presiune pe filtre crește odată cu viscozitatea uleiului și, în funcție de tip și construcție, pompa de alimentare a motorului poate fi incapabilă să livreze combustibilul necesar sau se poate chiar defecta. De asemenea, la nivelul pompei de injecție mărirea solicitărilor mecanice crește, deoarece transferul în cilindri a unor doze de lichid mai vâscos necesită cantități de energie corespunzător sporite. În fine, în cazul motoarelor cu injecție cu „rampă comună”, viscozitatea ridicată a uleiurilor vegetale este de natură să conducă la scăderea dozelor de combustibil injectate, deoarece, în acest caz, dozajul depinde de timpul de deschidere al injectoarelor. Înlăturarea sau diminuarea efectelor nedorite ale viscozității uleiurilor vegetale se face prin acționarea în sensul reducerii acesteia. Concret, uleiul vegetal folosit la alimentarea unui motor construit pentru alimentarea cu motorină este livrat instalației de alimentare încălzit la temperaturi suficient de mari ca viscozitatea să fie scăzută la valori „suportabile”.

Pentru asigurarea regimului de policarburare, încălzirea uleiului se realizează în cadrul unui dispozitiv adițional care, într-o formă concentrată sau distribuită, conține unul sau mai multe încălzitoare plasate pe traseul de alimentare cu combustibil și organele de distribuție care dirijază, după caz, motorina sau uleiul către instalația de alimentare. Dispozitivul este asistat de senzori care măsoară temperaturile realizate și de circuite de automatizare care, în funcție de nivelurile acestor temperaturi, comandă accesul motorinei sau uleiului și funcționarea încălzitoarelor. Din punct de vedere al disponibilității unui motor Diesel armat cu un astfel de dispozitiv, o condiție esențială este aceea că pozițiile „normale” (în lipsa acționării) ale organelor de distribuție a combustibililor trebuie să permită alimentarea cu motorină. Asigurarea acestei condiții – cu valoare tehnică și comercială – va permite motorului să fie exploatat, alimentat cu motorină, în cazurile de defectare a dispozitivului adițional. De asemenea, o condiție cu impact comercial ridicat este aceea ca instalarea dispozitivului „pe motor” să reclame numai intervenții simple, care necesită calificare medie și utilizarea unor unelte comune.

Pentru conținutul ridicat de substanțe care formează depuneri la ardere nu există o soluție care să poată fi asociată exploatarea motorului. Așadar, uleiurile vegetale care urmează să fie folosite la alimentarea motoarelor Diesel trebuie să fie tratate în vederea eliminării acestor substanțe. Principala categorie de substanțe provocatoare de depuneri este constituită din compuși ai fosforului („fosfatide”). Eliberarea uleiului de aceste componente necesită desfășurarea organizată a unor reacții chimice în masa uleiului în cadrul unui proces numit, generic, „degumare”. Eficiența procesului de degumare este ilustrată de conținutul de fosfor din uleiul prelucrat, care trebuie să se situeze sub nivelul de 12 ppm (EN 14107) sau chiar 10 ppm (ASTM D 6751-07). O altă categorie de substanțe provocatoare de depuneri este constituită de așa-numitele „ceruri” prezente în uleiurile vegetale crude. În esență, este vorba de aglomerări de molecule complexe, care formează particule microscopice cu consistență de gel. Aceste microparticule au densitate foarte apropiată de cea a uleiului și dimensiuni ce depășesc 5 μm ; prin urmare, ele nu pot fi îndepărtate prin acțiuni de centrifugare, dar pot fi reținute în cadrul unei filtrări cu finețea de 5 μm sau mai bună. În concluzie, uleiurile vegetale destinate utilizării drept combustibili pentru motoare Diesel trebuie să fie condiționate prin degumare și filtrare la nivelurile menționate.

3. REZULTATE

Cercetările experimentale desfășurate în laboratoarele INMA, în regie proprie, deci cu susținere financiară limitată, au urmărit conturarea unor soluții practice care să permită alimentarea alternativă a motoarelor Diesel cu uleiuri vegetale crude, degumate și filtrate.

The first test was designed to examine Diesel engines behaviour when feeding with mixtures of Diesel-oil and crude vegetable oil. Results obtained, confirmed after repeated and thoroughly processed tests, have allowed to state the fact that *when feeding Diesel engines with mixtures of Diesel-oil-crude vegetable oil, which contains up to 30% oil, their behaviour is identical with that when feeding with Diesel-oil*. The aspects analyzed concerned the engines „cold” starting, at temperatures appropriate to cold season, energetic performances and specific fuel consumption. The oils used were obtained through commercial ways, so they were produced through usual technologies from seeds of rape, sunflower and soya. The possible effect of these results is extremely important as it confirms the *existence of possibility of relatively rapidly replacing up to 30% out of Diesel-oil consumption of Diesel engines in operation by crude vegetable oils which are conditioned (degummed and filtered), by adopting the feeding with Diesel-oil-vegetable oil mixtures*. We can deduct that, in this variant, the difficulties encountered are related to availability of necessary quantity of vegetable oils conditioned up to the required quality.

The second direction analyzed aimed to define the procedures necessary to quasi-totally replace the Diesel-oil by vegetable oils, within the alternative sequential feeding.

Therefore, the first objective aimed was to determine the temperatures up to which the vegetable oil has to be pre-heated so that the injection process should be qualitatively satisfactory, in order to assure suitable conditions for self-ignition and combustion processes in engines cylinders. The comparative tests, performed on an injection stand and appreciated by visually surveying the fuel jets, filmed with 1000 images per second frequency have shown that injecting rapeseed oil heated in the range of 80 ... 100 °C presents aspects comparable to those when injecting Diesel-oil at ambient temperature (figure 1), and viscosity differences between the two situations above do not conduct to variations of injection pressure.

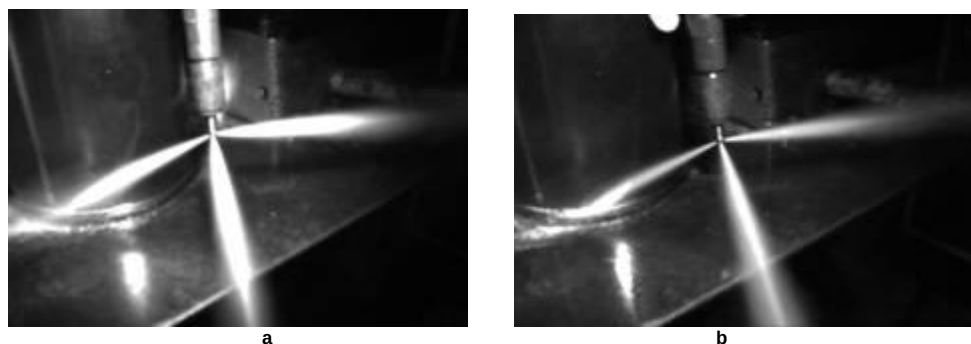


Fig. 1. Aspects of the injection jets on the test bed / *Aspectele jeturilor de injecție pe standul de încercări*
a – diesel fuel / *motorină* (22 °C; 190 bar); b – rapeseed oil / *ulei de rapiță* (90 °C; 190 bar)

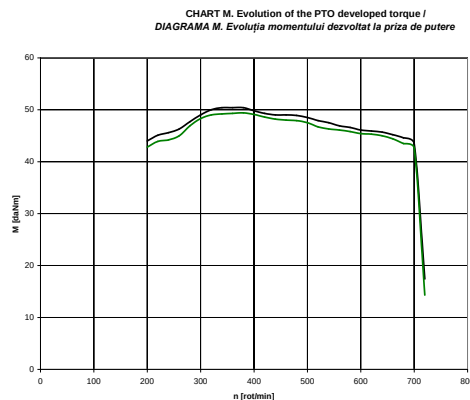
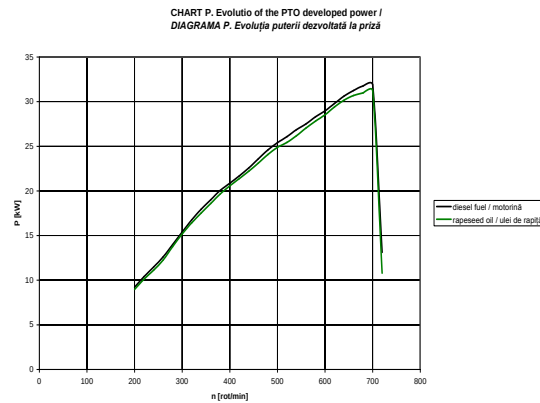
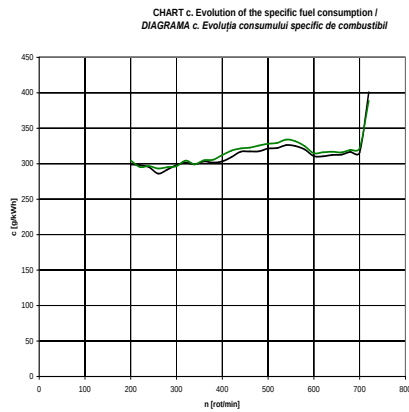
In order to assess the engine behaviour when feeding with pre-heated rapeseed oil, an experimental device designed to heat the oil in two stages was built. In the first stage, the heat coming from the engine cooling system is used and the oil is warmed up to 60°C, before entering the filter battery. The second stage resorts to an electric resistance placed in the supplying circuit, at the injection pump inlet, being fed by the electric installation which assists the engine. The fuel distribution was controlled by electrovalves. The experimental device described was mounted on an engine of 33 kW power, D115 model, with direct injection and combustion chamber of Meurer type, set on an agricultural tractor. Evaluation of performances was made by raising the rotative speed characteristic to the PTO, under total load regime. When feeding with gas-oil and warmed rape oil, characteristics were raised, and the homologous results were compared. Graphical aspects of compared values evolution are shown in diagrams M, P, and c below.

Prima direcție de acțiune examinată a vizat comportarea motoarelor Diesel la alimentarea cu mixturi motorină – ulei vegetal crud. Rezultatele obținute, confirmate în urma unor încercări repetate și atent procedurate, permit susținerea faptului că *la alimentarea motoarelor Diesel cu mixturi motorină – ulei vegetal crud conținând până la 30% ulei comportarea acestora este identică celei din cazul alimentării cu motorină*. Aspectele examinate au privit punerea „la rece” a motoarelor la temperaturi ambientale caracteristice sezonului rece, performanțele energetice și consumul specific de combustibil al acestora. Uleiurile folosite au fost obținute pe filieră comercială, deci au fost produse prin tehnologii uzuale din semințe de rapiță, soia și floarea-soarelui. Efectul potențial al acestor rezultate este important, pentru că ne confirmă faptul că *există posibilitatea substituiri relativ rapide a până la 30% din consumul de motorină al motoarelor Diesel aflate în exploatare cu uleiuri vegetale crude condiționate (degumate și filtrate), prin adoptarea practicii de alimentare a acestora cu mixturi motorină – ulei vegetal*. Se poate aprecia că, în această variantă, dificultățile țin de disponibilitatea cantităților necesare de uleiuri vegetale condiționate la calitatea corepunzătoare.

A doua direcție de acțiune examinată a vizat definirea aranjamentelor necesare pentru înlocuirea cvasitotală a motorinei cu uleiuri vegetale, în cadrul unor conduite de alimentare alternantivă secvențială.

În această direcție, primul obiectiv urmărit a fost determinarea temperaturilor la care trebuie preîncălzit uleiul vegetal pentru ca procesul de injecție să fie satisfăcător sub aspect calitativ, în sensul asigurării unor condiții bune pentru desfășurarea proceselor de autoaprindere și ardere din cilindrii motoarelor. Încercări comparative, efectuate pe un stand de injecție și apreciate prin examinarea vizuală a aspectelor jeturilor de combustibil filmate cu o frecvență de 1000 imagini pe secundă, au arătat că injectarea uleiului de rapiță încălzit la temperaturi în domeniul 80 ... 100 °C prezintă aspecte comparabile cu cele de la injectarea de motorină la temperatura ambiantă (figura 1), iar diferențele de vâscozitate în cele două situații nu conduc la variații ale presiunii de injecție.

Pentru evaluarea comportării unui motor în condițiile alimentării cu ulei de rapiță încălzit a fost construit un dispozitiv experimental care permite încălzirea uleiului în două etape. Prima dintre acestea folosește căldura din sistemul de răcire al motorului și încălzește uleiul la temperatura de 60°C, înainte de intrarea în bateria de filtre. A doua etapă de încălzire apelează la o rezistență electrică plasată în circuitul de alimentare, la intrarea în pompa de injecție și alimentată de instalația electrică ce asistă motorul. Distribuția combustibililor a fost controlată prin electrovalve. Dispozitivul experimental descris a fost montat pe un motor cu puterea de 33 kW, model D115, cu injecție directă și cameră de ardere tip Meurer, instalat pe un tractor agricol. Evaluarea performanțelor a fost făcută prin ridicarea caracteristicii de turație la priza de putere, în regim de sarcină totală. Au fost ridicate caracteristici în condițiile alimentării cu motorină și cu ulei de rapiță încălzit, iar rezultatele omologe au fost supuse comparației. Aspectele grafice ale evoluțiilor mărimilor comparate sunt prezentate în diagramele M, P, și c de mai jos.



After examining the diagrams it has resulted that the testing engine feeding with warmed rapeseed oil determines light decrease of torque and power developed, as well as an easy increment of fuel specific consumption. These variations are rather natural, because the calorific power is about 2% smaller than that of Diesel oil, and the oil heating before the injection could lead to a little reduction of mass of fuel dose injected.

4. CONCLUSIONS

Results obtained and presented are able to validate the possibility of Diesel engine alternative feeding with crude vegetable oils. The partial substitution of Diesel oil by preparing mixtures of Diesel oil-vegetable oil is the most simple, as it does not require to intervene to engine area. When the aim is to quasi-totally replace the Diesel oil by vegetable oil, by alternative and sequential feeding and heating the oil before supplying it, an additional device assuring the processes above is necessary. In all the variants, we must underline the fact that *the vegetable oil used has to be previously conditioned by degumming and filtering at the levels mentioned before.*

REFERENCES

- [1]. Apostolescu N., Taraza D. (1979) – *Bases of experimental research of thermal machines*, Didactic and Pedagogical Publishing House, Bucharest;
- [2]. Aramă C., Grünwald B. (1966) – *Internal combustion engines. Processes and characteristics*, Technical Publishing House, Bucharest;
- [3]. Grünwald B. (1980) – *Theory, construction and calculation of internal combustion engines for road vehicles*, Didactic and Pedagogical Publishing House, Bucharest;
- [4]. Heywood J. B. (1999) – *Internal Combustion Engine Fundamentals*, The Chartened Mechanical Engineer, London;
- [5]. Nicolescu M.A. (2007) – *Relevant properties of alternative liquid fuel designed to Diesel engines operation under multifuel regime*, INMATEH – Agricultural Engineering, vol. 27, no. 1 / 2009, ISSN 1583-1019, pag. 50-55;
- [6]. Vasilescu C.A. and others (1972) – *Correlations between liquid fuel and internal combustion engine*, Academy Publishing House, Bucharest.

Din examinarea diagramelor rezultă că alimentarea motorului de test cu ulei de rapiță încălzit provoacă ușoare scăderi ale momentului și puterii dezvoltate, precum și o ușoară creștere a consumului specific de combustibil. Aceste variații sunt firești, deoarece puterea calorică inferioară a uleiului de rapiță este cu circa 2% mai mică decât cea a motorinei, iar încălzirea uleiului înaintea injectiei este de natură să provoace o ușoară reducere a masei dozei de combustibil injectat.

4. CONCLUZII

Rezultatele obținute și prezentate sunt în măsură să valideze posibilitatea alimentării alternative a motoarelor Diesel cu uleiuri vegetale crude. Substituirea parțială a motorinei prin prepararea de mixturi motorină – ulei vegetal este cea mai simplă, pentru că nu necesită intervenții în zona motorului. În cazul în care se urmărește substituirea cvasitotală a motorinei cu uleiuri vegetale, pe calea adoptării unei conduite de alimentare alternativă secvențială și a încălzirii uleiului înaintea alimentării, este necesară prezența unui dispozitiv adițional care să asigure funcțiile descrise mai sus. În toate variantele, trebuie subliniat faptul că *uleiul vegetal folosit trebuie condiționat în prealabil prin degumare și filtrare la nivelurile menționate.*

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Apostolescu N., Taraza D. (1979) – *Bazele cercetării experimentale a mașinilor termice*, Editura didactică și pedagogică, București;
- [2]. Aramă C., Grünwald B. (1966) – *Motoare cu ardere internă. Procese și caracteristici*, Editura Tehnică, București;
- [3]. Grünwald B. (1980) – *Teoria, construcția și calculul motoarelor cu ardere internă pentru autovehicule rutiere*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
- [4]. Heywood J. B. (1999) – *Internal Combustion Engine Fundamentals*, The Chartened Mechanical Engineer, London;
- [5]. Nicolescu M.A. (2007) – *Proprietățile relevante ale combustibililor lichizi alternativi vizați pentru exploatarea motoarelor Diesel în regim policarburat*, INMATEH - Inginerie Agricolă, vol. 27, nr. 1 / 2009, ISSN 1583-1019, pag. 50-55;
- [6]. Vasilescu C.A. ș.a. (1972) – *Corelațiile dintre combustibilul lichid și motorul cu ardere internă*, Editura Academiei, București.

SELECTION OF HYDROLYTIC MICROORGANISMS FROM SOIL ABLE TO PERFORM BIODEGRADATION OF ORGANIC WASTE

SELECȚIONAREA MICROORGANISMELOR HIDROLITICE DIN SOL CU PROPRIETATEA DE BIODEGRADARE A DEȘEURILOR ORGANICE

Lect. Ph.D. Ferdeș M., Lect. Ph.D. Eng. Ipate G.

P.U. Bucharest / Romania

Tel: 0729 821 256; E-mail: marianaferdes@yahoo.com

Abstract: Vegetal biomass formed in the process of photosynthesis as well as the industrial waste and by-products contain a number of organic compounds in which the largest part is represented by lignin, cellulose, pectic substances, starch and smaller amounts of lipids, nucleic acids, etc. Enzymes like proteases, lipase, amylases and cellulases play an important role in the biodegradation of these substances and are widely used in the treatment of plant material in order to obtain compounds with low molecular weight. The researches carried out are aimed at isolating, selection and characterization of amylolytic, proteolytic, lipolytic and cellulolytic microorganisms in order to perform the biodegradation of organic waste. Microorganisms were isolated using screening methods on agarised media, with specific substrates and they were characterized from the point of view of the morphocolonial and biochemical characters.

Keywords: biodegradation, waste, enzymes, microorganisms

INTRODUCTION

Saprophytic activity of microorganisms called biodegradation is essential in the biosphere because the macromolecular compounds (cellulose, hemicellulose, pectic substances, starch, lipids, proteins) are transformed into simpler compounds that enter in the carbon cycle in nature. Various industrial processes, rural and urban localities generates organic waste that may be degraded by microorganisms producing hydrolytic enzymes – bacteria and fungi [6,8]. In the field of agricultural biotechnologies is included the use of renewable biological sources for energy production, obtaining of proteic biomass as well as the microbiological processing of industrial and domestic residues, in order to ensure a normal ecological balance and a sustainable agriculture. Recently, enzymes have also been exploited in bioremediation of complex waste substances [3].

Microorganisms have a wide spreading in the environment, being found in all habitats [1]. The top layer of soil ensure growth and survival conditions and therefore is one of the main sources for isolation of microorganisms of industrial interest [11]. Hydrolytic enzymes are primary metabolites synthesized by microorganisms in the exponential growth phase. These are usually exoenzymes secreted to convert the substrate into nutrients [4,12].

Of microbial enzymes that hydrolyse starch belong alpha-amylase, beta-amylase and glucoamylase, extracellular enzymes produced by bacteria, molds and yeasts. The bacteria of genus *Bacillus* (*B. subtilis*, *B.*

Rezumat: Biomasa vegetală formată în urma procesului de fotosinteză alături de deșeurile și subprodusele de natură industrială conțin o serie de compuși organici din care cea mai mare parte o constituie celuloza, lignina, substanțele pectice, amidonul și în cantități mai reduse lipide, acizi nucleici etc. Enzimele ca amilazele, proteazele, lipazele și celulezele joacă un rol important în biodegradarea acestor substanțe și sunt utilizate pe scară largă în tratarea materialului vegetal în scopul obținerii de compuși cu masă moleculară mică. Cercetările efectuate au ca scop izolarea, selecționarea și caracterizarea unor microorganisme amilolitice, proteolitice, lipolitice și celulozolitice în scopul biodegradării deșeurilor organice. Microorganismele au fost izolate utilizând metode de screening pe medii de cultură agarizate, în prezenta unor substraturi specifice și au fost caracterizate din punct de vedere al caracterelor morfocoloniale și microscopice.

Cuvinte cheie: biodegradare, deșeuri, enzime, microorganisme

INTRODUCERE

Activitatea saprofitică a microorganismelor denumită biodegradare este esențială în biosferă deoarece compușii macromoleculari (celuloza, hemiceluloza, substanțe pectice, amidon, lipide, proteine) sunt transformați în compuși mai simpli care intră în circuitul carbonului în natură. Diferitele procese industriale, așezările rurale și urbane generează deșeuri de natură organică ce pot fi degradate de microorganismele producătoare de enzime hidrolitice – bacterii și fungi [6,8]. În sfera de activitate a biotehnologiilor agricole intră și utilizarea surselor biologice regenerabile pentru producerea de energie, obținerea de biomasă microbiană proteică precum și prelucrarea microbiologică a reziduurilor industriale și casnice, în scopul asigurării unui echilibru ecologic normal și a unei agriculturi sustenabile. Recent enzimele cu acțiune hidrolitică sunt exploatate în bioremedierea deșeurilor complexe [3].

Microorganismele au o largă răspandire în mediul ambiant, fiind întâlnite în toate habitatele naturale [1]. Stratul superficial al solului le asigură condiții de creștere și supraviețuire și de aceea reprezintă una din principalele surse pentru izolarea microorganismelor de interes industrial [11]. Enzimele hidrolitice sunt metaboliți primari sintetizați de microorganisme în faza de creștere exponențială. Sunt de obicei exoenzyme secretate în scopul transformării substratului în nutrienți [4,12].

Dintre enzimele microbiene care hidrolizează amidonul fac parte alfa-amilaza, beta-amilaza și glucoamilaza, enzime extracelulare elaborate de bacterii, mușcăiuri și drojdii. Bacteriile genului *Bacillus* (*B. subtilis*, *B.*

licheniformis, *B. cereus*, *B. megaterium*, molds of genus *Aspergillus* (*A. niger*, *A. oryzae*), *Rhizopus* (*R. oryzae*), *Mucor* synthesize amylolytic enzymes [9]. Of yeast, the most important from this point of view are the representatives of the genera *Saccharomycopsis*, *Tricosporon*, *Candida*.

Bacteria that produce cellulolytic enzymes contain cells with spiral shapes belonging to the genera: *Cytofaga*, *Cellvibrio*, *Cellulomonas*. Moulds with superior cellulolytic activity are: *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Trichoderma*.

The proteins contained in the non-living organic matter that accumulates in the soil and water through the death of plants, animals, micro-organisms can be hydrolysed under the action of extracellular proteases produced by bacteria and moulds [2]. Proteases are produced by a number of bacteria of the genus *Bacillus*, *Streptomyces*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* and molds of the genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*.

Lipids cannot be assimilated only after hydrolysis in the presence of their specific enzymes in general called lipases, but still grouped according to the type of substrate that degrades in three classes: esterases, lecithinases, and lipases.

Lipases are synthesized by a large number of microorganisms: moulds (genus *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Geotrichum* etc.) and yeasts of the genus *Candida* [7].

MATERIALS AND METHODS

Isolation of microbial strains

Isolation of microorganisms producing hydrolytic enzymes was performed from soil samples collected in the green area of the faculty. Approximately 5 grams of sterile samples of soil were collected and then homogenized with sterile water in the ratio of 1: 2 dilution. Streaks on the plates containing nutrient agar medium were traced in order to obtain isolated colonies of bacteria and fungi. The cultures were incubated at 20°C for 5 days or how it was necessary for growth. Fragments of cellular biomass from the colonies developed on the medium surface were collected with the loop and then are inoculated into tubes to obtain genetically pure strains. Bacteria were inoculated onto nutrient agar with peptone, meat extract, agar, and fungi on the PDA medium containing potato, glucose infusion and agar.

Screening methods for selection of hydrolytic enzymes producing strains

Specific media for the selection of hydrolytic colonies were used that allow the visualization of microorganisms producing enzymes that diffuses into the agar gel. Productive colonies occur around them an area of substrate lysis and form a halo different from the rest of the culture. Enzymatic index is defined as the ratio of the diameter of the zone of hydrolysis and the diameter of the colony and it is a measure of the amount of the produced enzyme [5,10].

Culture media

Selection of hydrolytic microorganisms was conducted on the following culture media:

1. Culture medium for highlighting the amylolytic colonies: – yeast extract 2.5 g/l, soluble starch 10 g/l, K_2HPO_4 1 g/l, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5 g/l, agar-agar 15 g/l. Starch hydrolysis is

B.licheniformis, *B.cereus*, *B.megaterium*), mucegaiuri din genurile *Aspergillus* (*A. niger*, *A. oryzae*), *Rhizopus* (*R. oryzae*), *Mucor* sintetizează enzime amilolitice [9]. Dintre drojdii, cei mai importanți din acest punct de vedere sunt reprezentanții genurilor *Saccharomycopsis*, *Tricosporon*, *Candida*.

Bacteriile care produc enzime celulozolitice cuprind celule cu forme spiralate aparținând genurilor: *Cytofaga*, *Cellvibrio*, *Cellulomonas*. Mucegaiurile cu activitate celulozolică superioară sunt: *Fusarium*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Rhizopus*.

Proteinele conținute în materia organică nevie, care se acumulează în sol și ape, prin moartea plantelor, animalelor, microorganismelor, pot fi hidrolizate sub acțiunea proteazelor extracelulare produse de către bacterii și mucegaiuri [2]. Proteazele sunt produse de un număr de bacterii ale genului *Bacillus*, *Streptomyces*, *Proteus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* și de mucegaiuri din genul *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Mucor*.

Lipidele nu pot fi asimilate decât după hidroliza lor în prezența enzimelor specifice, numite în general lipaze, dar, grupate totuși în funcție de tipul substratului pe care îl degradează în trei categorii: esteraze, lipaze și lecitinaze.

Lipazele sunt sintetizate de numeroase microorganisme: mucegaiuri (genul *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Geotrichum* ș.a.) și drojdii ale genului *Candida* [7].

MATERIALE ȘI METODE

Izolarea tulpinilor microbiene

Izolarea microorganismelor producătoare de enzime hidrolitice s-a efectuat din probe de sol din zona verde a facultății. Au fost recoltate steril probe de aproximativ 5 grame de sol care au fost apoi omogenizate cu apă sterilă în raport de 1:2 pentru diluare. Pe mediul Nutrient agar din cutiile Petri s-au trasat striuri în scopul obținerii de colonii izolate de bacterii și fungi. Culturile au fost termostatare la 20°C timp de 5 zile sau cât a fost necesar pentru dezvoltare. Din coloniile crescute pe suprafața mediului au fost recoltate cu firul metalic fragmente de biomasă celulară care au fost apoi inoculate în tuburi pentru a se obține tulpini microbiene pure genetic. Bacteriile au fost inoculate pe agar nutritiv cu peptonă, extract de carne, agar, iar fungii pe mediul PDA conținând infuzie de cartof, glucoză și agar.

Metode de screening pentru selecționarea tulpinilor producătoare de enzime hidrolitice

Pentru selecționarea coloniilor hidrolitice au fost utilizate medii specifice care permit vizualizarea microorganismelor producătoare de enzime care difuzează în gelul de agar. În jurul coloniilor productive apare o zonă de liză a substratului și se formează un halou diferit de restul mediului de cultură. Se definește indicele enzimatic ca raportul dintre diametrul zonei de hidroliză și diametrul coloniei și reprezintă o măsură a cantității de enzimă produsă [5,10].

Medii de cultura

Selecționarea microorganismelor hidrolitice a fost realizată pe următoarele medii de cultură:

1. Mediu de cultură pentru evidențierea coloniilor amilolitice: - extract de drojdie 4 g/l , amidon solubil 10 g/l, K_2HPO_4 1 g/l, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5 g/l, agar-agar 15 g/l. Hidroliza

evidenced by the addition of Lugol's solution, forming a colorful complex only in the presence of starch.

2. Culture medium for highlighting the cellulolytic colonies: powdered cellulose 2.5 g/l, peptone 0.5 g/l, K_2HPO_4 0,2 g/l, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 g/l, K_2CO_3 0,4 g/l, $CaCl_2$ 0,02 g/l, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,02 g/l, NaCl 0,02 g/l, agar-agar 15 g/l. Because of the cellulose hydrolysis around the colony, the culture medium becomes clear.

3. Culture medium for highlighting proteolytic colonies: casein 2.5 g/l, $Ca(OH)_2$ 0,15 g/l, $CaCl_2$ 0,05 g/l, agar-agar 15 g/l. Casein hydrolysis to peptides and amino acids results in the producing of a transparent area around the colony.

4. Culture medium for highlighting the lipolytic colonies: nutrient agar plus 2 ml 1% solution of Tween 80 and 1 ml 1% solution $CaCl_2$. Lipase from esterases group hydrolyzes compounds called "TWEEN", which are esters of sorbitolului with long-chain fatty acids. Fatty acids released under lipases action react with $CaCl_2$ and form insoluble calcium salts that cause the opacification of the culture medium around the esterase-producing colonies [5].

Characterization of isolated microorganisms

Colony development on agar surface was used to identifying bacteria and fungi because individual species often form colonies of characteristic size and appearance. The cultures are examined and evaluated macroscopically and microscopically and are identified in terms of their morphology.

The diameter, shape, surface, consistency, color, profile of colonies have been studied with the naked eye. The microscopic structure of microorganisms was observed (cell dimensions, hyphae, conidiospores etc).

RESULTS

A great number of morphological and physiological types of microorganisms can be found in soil. From this, heterotrophic microorganisms obtain carbon principally from organic nutrients. The quantification of the microbial community in soil is complicated because microorganisms are commonly attached to soil minerals and organic matter and they occur in consortia usually containing different types. The term "microbial activity" comprises all biochemical reactions catalysed by microbial enzymes in soil.

From soil samples used for the screening of microorganisms producing of hydrolytic enzymes has been isolated a number of 52 bacterial and fungal strains taken from 20 Petri dishes. The appearance of streaking cultures from soil samples is illustrated in figure 1.

The 52 isolated colonies were characterized in terms of the production of hydrolytic enzymes: amylases, cellulases, proteases and lipases through screening techniques mentioned above. In table 1 are presented the microorganisms with enzymatic activity. Amylolytic, cellulolytic, proteolytic and lipolytic indices have been determined after 3 and 5 days to 30°C.

From the 10 strains isolated from soil samples, 7 are aerobic bacteria belonging to the genus *Bacillus* (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7) and 3 are common molds (M1 and M2 are part of the genus *Aspergillus*, while M3 is a strain of *Penicillium*). The calculated values for enzymatic indices shows that the 8 strains are amylases producing, only 2 fungi synthesize cellulases, 6 strains produce proteases

amidonului este evidențiată prin adaos de soluție Lugol care formează un complex colorat numai în prezența amidonului.

2. Mediu de cultură pentru evidențierea coloniilor celulozolitice: celuloză pudră 2,5 g/l, peptonă 0,5 g/l, K_2HPO_4 0,2 g/l, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 g/l, K_2CO_3 0,4 g/l, $CaCl_2$ 0,02 g/l, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,02 g/l, NaCl 0,02 g/l, agar-agar 15 g/l. Prin hidroliza celulozei din jurul coloniei mediul de cultură devine transparent.

3. Mediu de cultură pentru evidențierea coloniilor proteolitice: cazeină 2,5 g/l, $Ca(OH)_2$ 0,15 g/l, $CaCl_2$ 0,05 g/l, agar-agar 15 g/l. Hidroliza cazeinei la peptide și aminoacizi determină producerea unei zone transparente în jurul coloniei.

4. Mediu de cultură pentru evidențierea coloniilor lipolitice: agar nutritiv la care se adaugă 2 ml soluție de Tween 80 1% și 1 ml soluție $CaCl_2$ 1%. Lipazele din grupa esterazelor hidrolizează compuși denumiți "TWEEN", care sunt esteri ai sorbitolului cu acizii grași cu lanț lung. Acizii grași eliberați sub acțiunea lipazelor reacționează cu $CaCl_2$ și formează săruri insolubile de calciu care determină opacifierea mediului în jurul coloniilor producătoare de esterase [5].

Caracterizarea microorganismelor izolate

Dezvoltarea coloniilor pe agar a fost utilizată pentru identificarea bacteriilor și fungilor, deoarece speciile individuale formează adesea colonii cu mărimi și aspecte caracteristice. Culturile au fost examinate și evaluate macroscopic și microscopic și au fost identificate pe baza morfologiei lor.

Au fost studiate cu ochiul liber diametrul, forma, suprafața, consistența, culoarea și profilul coloniilor. S-a examinat structura microscopică a microorganismelor (dimensiunea celulelor, hife, conidiospori).

REZULTATE

În sol se află un mare număr de tipuri morfologice și fiziologice de microorganisme. Dintre acestea, microorganismele heterotrofe obțin carbonul în principal din nutrienți organici. Cuantificarea comunităților microbiene din sol este complicată deoarece acestea sunt în mod obișnuit atașate de mineralele și materia organică din sol și se găsesc în consorții conținând diferite tipuri. Termenul „activitate microbiană” se referă la totalitatea reacțiilor biochimice catalizate de enzimele microbiene în sol.

Din probele de sol utilizate pentru screeningul de microorganisme producătoare de enzime hidrolitice s-a reușit izolarea unui număr de 52 de tulpini bacteriene și fungice din 20 de cutii Petri. În figura 1 este ilustrat aspectul culturilor în striuri din probele de sol.

Cele 52 de colonii izolate au fost caracterizate din punct de vedere al producerii de enzime hidrolitice: amilaze, celuloze, proteaze și lipaze prin tehnicile de screening menționate mai sus. În tabelul 1 sunt prezentate microorganismele cu activitate enzimatică. Indicii amilolitici, celulozolitici, proteolitici și lipolitici au fost determinați după 3 și 5 zile de dezvoltare la 30°C.

Din cele 10 tulpini izolate din probele de sol, 7 sunt bacterii aerobe aparținând genului *Bacillus* (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7) iar 3 sunt mucegaiuri comune (M1 și M2 fac parte din genul *Aspergillus*, iar M3 este o tulpină de *Penicillium*). Din valorile calculate pentru indicii enzimatici rezultă că 8 tulpini sunt producătoare de amilaze, doar 2 fungi sintetizează celuloze, 6 tulpini produc proteaze și 4

and 4 colonies produce lipases. None of the tested microorganisms do not synthesize at the same time all the analyzed hydrolytic enzymes.

colonii produc lipaze. Nici unul din microorganismele testate nu sintetizează concomitent toate enzimele hidrolitice analizate.



Fig. 1 - Appearance of streaking microbial cultures from soil samples a) sample 1 b) sample 2 c) sample 3 / Aspectul culturilor microbiene în strii din probele de sol: a) proba 1; b) proba 2; c) proba 3

Table 1 / Tabelul 1

Enzymatic indices of colonies / Indicii enzimatici ai coloniilor

Colonies / Colonii	Amylolytic index / Indice amilolitic		Cellulolytic index / Indice celulolitic		Proteolytic index / Indice proteolitic		Lipolytic index / Indice Lipolitic	
	Time, hours / Timp, ore		72 hrs/ore	120 hrs/ore	72 hrs/ore	120 hrs/ore	72 hrs/ore	120 hrs/ore
B1	1.2 / 1,2	1.3 / 1,3	-	-	2.1 / 2,1	2.3 / 2,3	-	-
B2	1.1 / 1,1	1.2 / 1,2	-	-	1.5 / 1,5	1.7 / 1,7	1.3 / 1,3	1.5 / 1,5
B3	1.6 / 1,6	1.8 / 1,8	-	-	-	-	1.4 / 1,4	1.5 / 1,5
B4	-	-	-	-	2.1 / 2,1	2.3 / 2,3	1.2 / 1,2	1.5 / 1,5
B5	2.1 / 2,1	2.2 / 2,2	-	-	2.2 / 2,2	2.3 / 2,3	-	-
B6	1.8 / 1,8	2.1 / 2,1	-	-	1.3 / 1,3	1.4 / 1,4	-	-
B7	1.6 / 1,6	1.7 / 1,7	-	-	2.2 / 2,2	2.3 / 2,3	1.4 / 1,4	1.8 / 1,8
M1	-	-	1.3 / 1,2	1.6 / 1,6	-	-	-	-
M2	2.3 / 2,3	2.5 / 2,5	1.2 / 1,2	1.6 / 1,6	-	-	-	-
M3	2.5 / 2,5	2.7 / 2,7	-	-	-	-	-	-

Hydrolytic enzymes are exoenzymes, that are secreted at the exterior of the cell for substrate degradation in order to release the nutrients needed by the cell. Enzymes are primary metabolites synthesized at the early exponential phase of growth of microorganisms, immediately after the lag phase, as can be seen from the experimental data. These compounds get to accumulate in culture medium in greater amount after 5 days of incubation. If the selected microorganisms are cultured in liquid media with shaking, the enzymes are synthesized during exponential growth phase and can be separated from the medium at the end of the microorganism growth.

In terms of the growth rate of colonies, the bacteria have developed in the first 24 hours, after a short lag phase, although the production of enzymes began later. The 3 strains of moulds had a growth lag phase longer and the colonies became visible after 48 hours. This delay can be explained by the time required for the germination of fungal spores on the surface of agarised medium. Enzymatic hydrolysis of substrate in culture medium has begun with the growth of colonies, that is with the exponential phase.

Enzimele hidrolitice sunt exoenzime, secretate la exteriorul celulei în scopul degradării substratului pentru eliberarea de nutrienți necesari celulei. Enzimele reprezintă metaboliți primari sintetizați de la începutul fazei exponențiale de creștere a microorganismelor, imediat după faza de lag, așa cum se poate observa și din datele experimentale. Acești compuși ajung să se acumuleze în mediul de cultură în cantitate mai mare după 5 zile de termostatare. Dacă microorganismele selecționate sunt cultivate în medii lichide cu agitare, enzimele vor fi sintetizate pe toată perioada fazei de creștere exponențială și pot fi separate din mediu la sfârșitul dezvoltării microorganismului.

Din punct de vedere al vitezei de creștere a coloniilor bacteriile s-au dezvoltat din primele 24 de ore, după o scurtă fază de lag, deși producția de enzime a început mai târziu. Cele 3 tulpini de mucegaiuri au avut o fază de întârziere a creșterii mai lungă, iar coloniile au devenit vizibile după 48 de ore. Această întârziere poate fi explicată prin timpul necesar germinării conidiosporilor de mucegai de pe suprafața mediului agarizat. Hidroliza enzimatică a substratului din mediul de cultură a început odată cu creșterea coloniilor, adică odată cu faza exponențială.

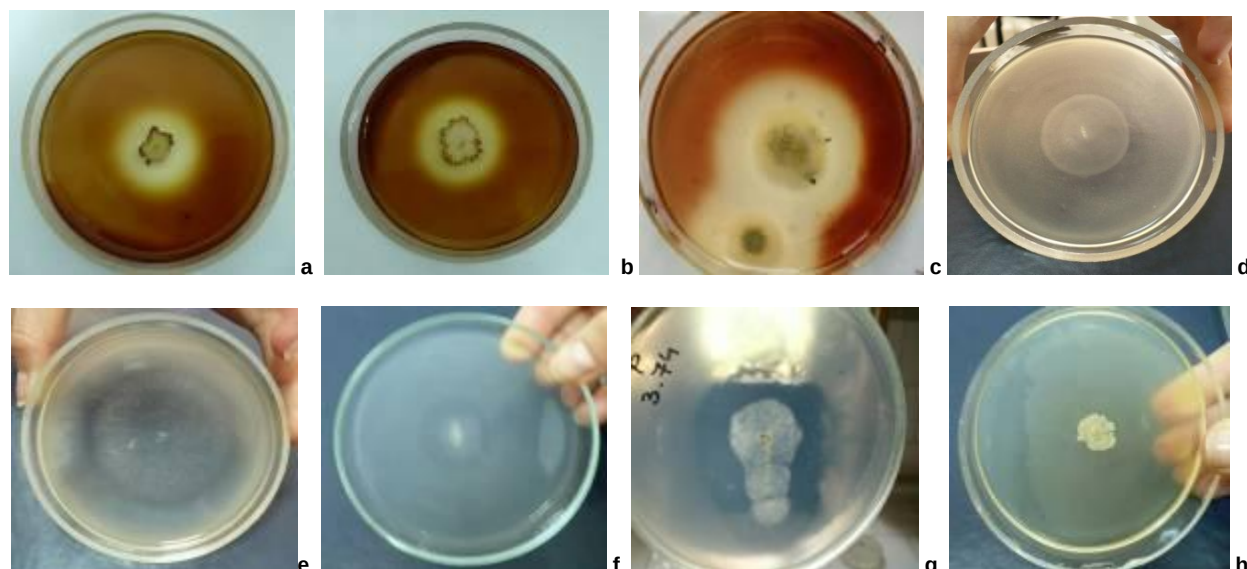


Fig. 2 - Appearance of bacterial and fungal colonies onto specific media for the determination of a, b, c) amylytic; d, e) cellulolytic f, g) proteolytic; h) lipolytic indices/ *Aspectul coloniilor bacteriene și fungice pe mediile specifice pentru determinarea indicilor a, b, c) amilolitici; d,e) celulozolitici; f, g) proteolitici; h) lipolitici*

Selected strains were characterized from morfocolonial and microscopic points of view for the purpose of taxonomic classification and to establish the conditions for the biosynthesis of hydrolytic enzymes at laboratory level. Bacteria were grown on nutrient agar and the fungi onto the medium with glucose and potato extract and the main characteristics of the colonies were determined, presented in table 2.

Tulpinile selecționate au fost caracterizate din punct de vedere morfocolonial și microscopic în scopul încadrării lor taxonomice și a stabilirii condițiilor de biosinteză a enzimelor hidrolitice la nivel de laborator. Bacteriile au fost cultivate pe agar nutritiv iar fungii pe mediul cu glucoză și extract de cartof și s-au stabilit principalele proprietăți ale coloniilor, prezentate în tabelul 2.

Table 2 / Tabelul 2

**The morphocolonial characteristics of selected colonies/
Caracteristici morfocoloniale ale coloniilor selecționate**

Colonies / Colonii	Diameter (after 5 days of growth) / Marime (dupa 5 zile de crestere), [cm]	Shape / Forma	Surface/ Suprafata	Color/ Culoare	Consistency/ Consistenta	Profile/ Profil
B1 – B7 <i>Bacillus</i> sp.	1-2	Irregular, wavy edges / <i>Neregulata, margini ondulate</i>	Rough / <i>Rugoasa</i>	White, white- gray / Alb, alb- gri	Dry, opaque colonies/ Uscate, colonii opace	Plate / Plat
M1 <i>Aspergillus</i> sp.	4	Circular, uniform edge, concentric striations / <i>Circulara, margini uniforme, striatii concentrice</i>	Downy to powdery / <i>Pufoasa- prafoasa</i>	Brown-black, white edge / <i>Brun-negru, margine alba</i>	-	Raised / Crescut
M2 <i>Aspergillus</i> sp.	4,5	Circular, uniform edge, concentric striations / <i>Circulara, margini uniforme, striatii concentrice</i>	Downy to powdery / <i>Pufoasa- prafoasa</i>	Brown-black, white edge / <i>Brun-negru, margine alba</i>	-	Raised / Crescut
M3 <i>Penicillium</i> sp.	3	Circular, uniform edge, concentric striations / <i>Circulara, margini uniforme, striatii concentrice</i>	Sandy / <i>Nisipoasa</i>	Green, white edge / Verde, margine alba	-	Raised / Crescut

Bacillus subtilis is a ubiquitous bacterium commonly recovered from soil and decomposing plant residue. It is a Gram positive bacterium, aerobic, rod-shaped, 3-5 micrometers in length and can produce an endospore that allows it to endure extreme conditions of heat and desiccation in the environment. *B. subtilis* produces a variety of proteases, amylases, lipases, glucanases and other enzymes that enable it to degrade a variety of natural

Bacillus subtilis este o bacterie cu răspândire ubicuitară întâlnită în mod obișnuit în sol și care descompune resturile vegetale. Este o bacterie Gram pozitivă, aerobă, în formă de bastonaș, cu o lungime de 3-5 micrometri și care poate produce endospori în condiții de uscăciune și temperatură crescută în mediu. *Bacillus subtilis* produce o varietate de proteaze, amilaze, lipaze, glucanaze și alte enzime cu care degradează o serie de substraturi naturale

substrates and contribute to nutrient cycling.

In the tested samples, the level of *Bacillus* population was about 10^5 cells per gram of soil, measured by dilution method.

However, unless a soil has not been recently amended with organic matter providing readily utilizable nutrients, the bacilli exist in the endospore stage.

The *Bacillus* species *subtilis*, *licheniformis*, and *pumilus* are closely related and there has been difficulty distinguishing among the three species that historically were grouped together as the *subtilis*-group.

The use of *B. subtilis* in an industrial setting should not pose an unreasonable risk to human health or the environment; human health and environmental hazards of *B. subtilis* are low.

The 7 isolated bacterial strains of *Bacillus* genus form on nutrient agar medium white colonies, with irregular wavy edges, dry, plate profile and rough surface. All the bacteria produce 2 hydrolytic enzymes: 6 of them produce amylases and proteases, 4 produce lipases and no bacterium produces cellulases. All the colonies demonstrated that the enzymatic indices are higher after 120 hours. The enzyme accumulates in agar medium and diffuses around the colony producing the substrate hydrolysis. In natural medium, bacteria provides the nutrients (oligosacchararides, glucose, aminoacids, glycerol, fatty acids) with lower molecular mass that can pass through the plasma cell membrane.

Fungi constitute a group of microorganisms that are widely distributed in environment especially in soil. Since they produce wide variety of hydrolytic enzymes and hence exist in nature in saprophytic mode, they have also a major contribution to the degradation of vegetal waste.

Fungal hydrolytic enzymes share about 40% of global enzyme market and have many industrial applications. Therefore, there is a need for screening these enzymes for improved characteristics. It was noted that a large number of isolates produced one or more hydrolytic enzymes.

The *Aspergillus* genus produces many hydrolytic enzymes involved in the waste degradation: amylases, proteases, cellulases, lipases, pectinases etc. *Aspergillus niger* is perhaps the most widespread species of aspergilli and have a high rate of growth in favourable conditions.

The 2 strains of *Aspergillus niger* isolated from soil samples produce cellulases (M1, M2) and amylases (M1). These moulds form brown-black with white edge, circular, with concentric striations, raised profile, downy to powdery surface and 4-5 cm diameter colonies onto specific media, and produce exoenzymes that act on substrates. The *Aspergillus* genus is well known for its enzymatic equipment used in the last years to obtain industrial products.

The colony of *Penicillium* (M3) produces only amylolytic enzymes but the 2,7 index value is promising for further cultivation. On PDA medium *Penicillium* forms circular colonies, sandy surface, with concentric striations, color green with white edge. Enzymes from *Penicillium* species however, have been reported to be of greater advantage over the enzymes from other sources. This is because *Penicillium* species are widespread in nature, found most abundantly in soil and decaying fruits, not fastidious in their nutritional requirements and they can grow on different substrates and under a wide range of environmental conditions.

The appearance of selected microorganisms for the enzyme biosynthesis is presented in figure 3.

contribuind la circuitul elementelor nutritive.

În probele testate, nivelul populației de *Bacillus* a fost de aproximativ 10^5 celule pe gram de sol, măsurat prin metoda diluțiilor.

Cu toate acestea, până când solul nu este tratat cu materie organică conținând nutrienți ușor asimilabili, bacili rămân în stadiul de endospor.

Speciile de *Bacillus licheniformis* și *pumilus* sunt strâns înrudite și este dificil de a face distincția între cele trei grupe care istoric au fost clasificate împreună în grupul *subtilis*.

Utilizarea industrială a bacteriei *B. subtilis* nu pune probleme de risc asupra sănătății omului și mediului sau aceste riscuri sunt scăzute.

Cele 7 tulpini ale genului *Bacillus* izolate formează pe mediul cu agar nutritiv colonii albe, cu margini neregulate, cu aspect uscat, profil plat și suprafață rugoasă. Toate bacteriile produc câte 2 enzime hidrolitice: 6 din ele produc amilaze și proteaze, 4 produc lipaze și nici una nu produce celuleze. Toate coloniile au avut un indice enzimatic mai mare după 120 de ore. Enzima produsă se acumulează în mediul agarizat și difuzează în jurul coloniei determinând hidroliza substratului. În mediul natural bacteriile își procură astfel nutrienții (oligozaharide, glucoză, aminoacizi, glicerol, acizi grași) cu masă moleculară mică și care pot strabate membrana plasmatică.

Fungii constituie un grup de microorganisme cu largă răspândire în natură în special în sol. Datorită faptului că produc numeroase enzime hidrolitice și există în natură ca saprofizi, fungii au de asemenea o contribuție majoră la degradarea deșeurilor vegetale.

Enzimele hidrolitice fungice reprezintă aproximativ 40% din piața globală de enzime și au o serie de aplicații industriale. Este astfel necesar screeningul acestor enzime pentru îmbunătățirea caracteristicilor. Este de remarcat că un mare număr de izolate produc una sau mai multe enzime.

Genul *Aspergillus* produce mai multe enzime hidrolitice implicate în degradarea deșeurilor: amilaze, proteaze, celuleze, lipaze, pectinaze etc. *Aspergillus niger* este probabil cea mai răspândită specie de aspergilli și are o viteză mare de creștere în condiții favorabile.

Au fost izolate din probele de sol 2 tulpini de *Aspergillus niger* care produc celuleze (M1, M2) și amilaze (M1). Aceste mucegaiuri formează colonii de culoare brun-negru cu margine albă, circulare, cu striatii concentrice, profil crescut, suprafață pufoasă-prăfoasă și diametru de 4-5 cm pe medii specifice și produc exoenzime care acționează asupra substratului. Genul *Aspergillus* este bine cunoscut pentru echipamentul enzimatic utilizat în ultimii ani pentru obținerea de preparate industriale.

Colonia de *Penicillium* (M3) produce doar enzime amilolitice dar valoarea indicelui este promițătoare pentru cultivarea ulterioară. Pe mediul PDA *Penicillium* formează colonii circulare, cu aspect nisipos, cu striatii concentrice, de culoare verde și margine albă. Enzimele produse de speciile de *Penicillium* au mai multe avantaje asupra enzimelor din alte surse. Acest lucru este datorat faptului că speciile de *Penicillium* sunt larg răspândite în natură, fiind cele mai abundente în sol și în fructele în descompunere, nepretențioase în cerințele nutriționale și pot crește pe diferite substraturi și într-o gamă largă de condiții de mediu.

Aspectul microorganismelor selecționate pentru biosinteza de enzime este prezentat în figura 3.

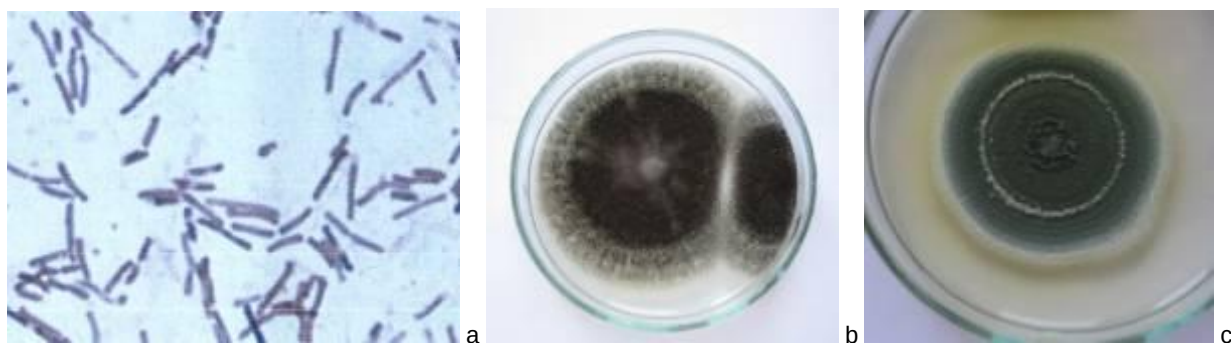


Fig. 3 - The aspect of a) *Bacillus* sp. on the microscopic preparation; b) colonies of *Aspergillus niger*; c) colony of *Penicillium* sp. / Aspectul a) *Bacillus* sp. pe preparatul microscopic; b) colonii de *Aspergillus niger*; c) colonie de *Penicillium* sp.

CONCLUSIONS

- Soil is a highly complex system characterized by a variety of biological, chemical and physical processes, which are markedly influenced by environmental factors. Microorganisms play a key role in the decomposition of soil organic matter and nutrient cycling, and therefore microbial activity is most important for maintenance of soil fertility. The integrity of the metabolic capacity of the soil microflora is a fundamental requirement for any concept of soil protection, soil bioremediation and recultivation. Besides studying the physical, chemical and biochemical soil parameters, it is worthwhile to isolate and count soil microorganisms.
- Enrichment and isolation of soil microorganisms is based on the cultivation of these microorganisms in liquid or agar media. Microorganisms are diverse in their specific physiology and correspondingly in their specific nutrient requirements. In aerobic sites of soils, microbial activity is dominated by the activities of obligate aerobic bacteria, facultative anaerobic bacteria, fungi, carrying out aerobic metabolism and fungal activities.
- 52 colonies have been isolated from soil samples with 10^5 cells per gram of soil by streaking technique onto nutrient agar medium. The bacterial and fungal colonies have been tested using screening methods in terms of the production of hydrolytic enzymes: amylases, cellulases, proteases and lipases. As a result of selection 10 strains of bacteria and fungi belonging to the genera *Bacillus*, *Aspergillus* and *Penicillium*, were preserved. These microorganisms presented the best enzymatic indices, measured after 72 and 120 hours.
- All the selected colonies were cultivated on specific media for characterization and identification. 7 *Bacillus* strains, 2 *Aspergillus* strains and 1 *Penicillium* have been found.
- Microorganisms will be used for the biosynthesis of enzyme necessary for organic waste hydrolysis in order to obtain compounds with lower molecular mass that can be used as biofuels, feedstuff, fertilizer or other purposes.

REFERENCES

- [1]. Alef K., Nannipieri P., (1995) - *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*, Elsevier Ltd.
- [2]. Bach H.J., Munch, J.C. (2004) - *Identification of bacterial sources of soil peptidases*, Biol.Fertil. Soils, 31, 219–224
- [3]. Emimol A.,Ganga G.,Parvathy R., Radhika G., Nair G.M., (2012) - *Screening of Microbes producing extracellular hydrolytic enzyme from corporation waste dumping site and house hold waste for the enhancement of bioremediation methods*, IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS), Volume 4, Issue 1

CONCLUZII

- Solul este un sistem complex caracterizat printr-o varietate de procese biologice, chimice și fizice, influențate puternic de factorii de mediu. Microorganismele joacă un rol cheie în descompunerea materiei organice din sol și ciclul nutrienților, în acest mod activitatea microbiană fiind cea mai importantă în menținerea fertilității solului. Integritatea capacității metabolice a microflorei din sol este o cerință fundamentală pentru orice lucrare de protecție, bioremediere și recultivare a solului. Pe lângă studiul parametrilor fizici, chimici și biologici ai solului, sunt necesare și izolarea și numărarea microorganismelor din sol.
- Multiplicarea și izolarea microorganismelor din sol este bazată pe cultivarea acestor microorganisme în medii lichide sau agarizate. Microorganismele sunt diferite privind fiziologia lor specifică și deci în cerințele nutritive. În zonele aerobe din sol, activitatea microbiană este dominată de bacteriile obligat aerobe, facultativ anaerobe, fungi, desfășurând un metabolism aerob și activități fungice.
- Au fost izolate 52 de colonii din probe de sol având 10^5 celule pe gram de sol prin metoda striurilor pe agar nutritiv. Coloniile bacteriene și fungice au fost testate utilizând metode de screening pentru producerea de enzime hidrolitice: amilaze, celulaze, proteaze și lipaze. Ca rezultat al selecției au fost păstrate 10 tulpini de bacterii și fungi aparținând genurilor *Bacillus*, *Aspergillus* și *Penicillium*. Aceste microorganisme au prezentat cei mai mari indici enzimatici măsurați după 72 și 120 ore de dezvoltare.
- Toate coloniile selectate au fost cultivate pe medii specifice pentru caracterizare și identificare. Au fost găsite 7 tulpini de *Bacillus*, 2 de *Aspergillus* și 1 de *Penicillium*.
- Microorganismele vor fi utilizate pentru biosinteza enzimelor necesare hidrolizei deșeurilor organice în scopul obținerii de compuși cu masă mai mică utilizați ca biocombustibili, în furaje, fertilizatori și alte scopuri.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alef K., Nannipieri P. (1995) – *Metode aplicate în microbiologia și biochimia solului*, Ed.Elsevier
- [2]. Bach H.J., Munch J.C. (2004) – *Identificarea surselor bacteriene de peptidaze din sol*, Biologia și fertilitatea solului, 31, 219–224;
- [3]. Emimol A., Ganga G., Parvathy R., Radhika G., Nair G.M. (2012) – *Screeningul microorganismelor producătoare de enzime hidrolitice extracelulare din deșeuri industriale și menajere pentru îmbunătățirea metodelor de bioremediere*, IOSR Jurnalul de Farmacie și Științe Biologice (IOSR-JPBS), Vol. 4, nr. 1 (Noi. – Dec.

- (Nov. – Dec. 2012), PP 54-60;
- [4]. Ferdeş M. (2008) - *Microbiology*, part 1, Ed. Printech;
- [5]. Ferdes M., Ungureanu C., (2009) - *Industrial Microbiology*, Ed Printech;
- [6]. Kavanagh K., (2005) - *Fungi: biology and applications*, ed.Wiley;
- [7]. Ko W. H., Wang I. T., Ann, P. J. ,(2005) - *A simple method for detection of lipolytic microorganisms in soil*. Soil Biol. And Biochem., 37(3), 597–599.
- [8]. Prescott L.M., Harley J.P., Klein D.A., (2005) - *Microbiology*, 6th ed., McGraw-Hill;
- [9]. Sohail M.,Naseeb S.,Sherwani S.,Sultana S.,Aftab S.,Shahzac S.,Ahmad A.,Khan S., (2009) - *Distribution of hydrolytic enzymes among native fungi: Aspergillus the pre-dominant genus of hydrolase producer*, Pak. J. Bot., 41(5): 2567-2582;
- [10]. Stefan D.S., Dima R, Pantazi M., Ferdes M.,Meghea A., (2012) - *Identifying Microorganisms Able to Perform Biodegradation of Leather Industry Waste*, Molecular Crystals and Liquid Crystals, 556:1, 301-308;
- [11]. Trasar-Cepeda C., M.C. Leiro, F. Gil-Sotres, (2008) - *Hydrolytic enzyme activities in agricultural and forest soils. Some implications for their use as indicators of soil quality*, Soil Biology and Biochemistry , Elsevier, pg 1–10
- [12]. Ulhan S., Demurel R., Asan A., Bayu C., Kinaci E. (2006) - *Colonial and morphological characteristics of some microfungial species isolated from agricultural soils in Eskişehir province (Turkey)*. Turk J. Botanic, 30, 95–104.
- 2012), pag. 54-60;
- [4]. Ferdeş M. (2008) - *Microbiologie*, partea 1, Ed. Printech;
- [5]. Ferdes M., Ungureanu C. (2009) - *Microbiologie Industrială*, Ed Printech;
- [6]. Kavanagh K. (2005) – *Fungii: biologie și aplicații*, Editura Wiley;
- [7]. Ko W.H., Wang I.T., Ann P.J. (2005) – *O metodă simplă pentru detecția microorganismelor lipolitice din sol*, Biologia și biochimia solului, 37(3), 597–599;
- [8]. Prescott L.M., Harley J.P., Klein D.A. (2005) – *Microbiologie*, ediția a 6-a Ed. McGraw-Hill;
- [9]. Sohail M., Naseeb S., Sherwani S., Sultana S., Aftab S., Shahzac S., Ahmad A., Khan S., (2009) – *Distribuția enzimelor hidrolitice în fungii autohtoni: Aspergillus genul predominant în producerea de hidrolaze*, Jurnalul de botanică din Pakistan, 41(5): 2567-2582;
- [10]. Ștefan D.S., Dima R, Pantazi M., Ferdeş M., Meghea A. (2012) – *Identificarea microorganismelor capabile de biodegradarea deșeurilor din industria pielăriei*, Cristale moleculare și cristale lichide 556:1, 301-308;
- [11]. Trasar-Cepeda C., Leiro M.C., Gil-Sotres F. (2008) – *Activitatea enzimelor hidrolitice în solurile agricole și forestiere. Unele implicații pentru utilizarea lor ca indicatori ai calității solului*, Biologia și biochimia solului, Elsevier, pg 1–10;
- [12]. Ulhan S., Demurel R., Asan A., Bayu C., Kinaci E. (2006) – *Caracteristici coloniale și morfologice ale unor specii microfungice izolate din soluri agricole din provincia Eskişehir (Turcia)*, Jurnalul de Botanică din Turcia, 30, 95–104.

REDUCTION OF SANITARY INDICATOR MICROORGANISMS IN ANAEROBIC DIGESTION OF POULTRY LITTER IN COMBINATION WITH SILAGES

РЕДУКЦИЯ НА ПАТОГЕННИ МИКРООРГАНИЗМИ ПРИ МЕЗОФИЛЕН ПРОЦЕС НА АНАЕРОБНО РАЗГРАЖДАНЕ НА ТОРОВА ПОСТЕЛЯ ОТ ПИЛЕТА-БРОЙЛЕРИ В КОМБИНАЦИЯ СЪС СИЛАЖИ

Popova T.¹⁾, Prof. PhD. Marinova S.²⁾, Zaharinov B.³⁾, Kaleva M.¹⁾, Baykov B.³⁾, Kirov V.¹⁾, Assist. Prof. Ph.D. Petrova V.²⁾

¹⁾University of Forestry, Faculty of Veterinary Medicine, Sofia / Bulgaria

²⁾Institute of soil Science "Nikola Pushkarov, Sofia / Bulgaria

³⁾New Bulgarian University, h.c. "Ovcha Kupel", Sofia / Bulgaria

⁴⁾Trakia University, Stara Zagora / Bulgaria

Tel: +359-886-53-15-50, E-mail: dr_tpopova@abv.bg

Abstract: In connection with experiments aimed at optimizing anaerobic digestion of organic fertilizers, microbiological tests were performed to assess the epizootiological safety of resulting finished product to fertilize the soil by quantities of sanitary indicator microorganisms. Mixtures of substrates were composed and tested in technological parameters established for other experiments: mesophilic temperature regime 33°C, dry matter content of 7%, residence time in the digester 15 days. The substrates tested were beetroot, sugar and salad beets, corn silage and leaves of *Paulownia elongata*, and silage combinations of these feeds in ratio 60:40 with mulch litter from broiler chickens. It was found that significant reduction of microorganisms was realized in the final products, which were assessed as safe for soil application.

The ensiling of poultry litter in combinations of these feeds had the effect of reducing the amount of microorganisms in almost all examined groups therein. The most significant was the reduction in the quantity of sanitary revealing bacteria in the manure after its ensilage with autumn leaves of *P. elongata* and beetroot, and the least - with the participation of sugar beet. Microbial reduction was to the greatest extent in bioslime produced by anaerobic digestion of poultry litter ensiled with corn. Of the silages from different types of beets with poultry manure, during anaerobic digestion highest decontamination was achieved in this with sugar beets. After anaerobic degradation of the studied feed without poultry litter, at least microorganisms were found in bioslimes from the three types of beet, as well from the silage from *P. elongata*.

Key words: anaerobic digestion, poultry litter, *Paulownia elongata*, beet, silage, decontamination

INTRODUCTION

At the anaerobic decomposition of organic matter is achieved conversion of organic waste into a source of energy (biogas) as in a source of nutrients for the soil (bioslime), which allows preservation of soil structure and providing biogenic macro- and micronutrients for plants. Despite these advantages, in Bulgaria and some other countries in Europe the construction of biogas plants is still unsatisfactory, as biogas production is biotechnology, the effectiveness of which depends on many factors, some of which are not fully explored [1].

Organic fertilizers can contain pathogenic microorganism such as *Salmonella enterica* and pathogenic *Escherichia coli* serotypes. By fertilizing of agricultural areas these pathogens can be spread into and through the environment into the food chain via plants, food of animal origin, and into drinking water and may cause animal and human infections. Pathogenic *E. coli* such as EHEC,

Резюме: Във връзка с експерименти, насочени към оптимизиране на анаеробното разграждане на органични торове, са извършени микробиологични изследвания за преценка на епизоотологичната безопасност на получените крайни продукти за наторяване на почви според количествата на санитарно индикаторните микроорганизми. Съставени са смеси от субстрати при установени при други експерименти технологични параметри: мезофилен температурен режим 33°C, съдържание на сухо вещество 7%, време на престой в биореактора 15 денонощия. Изпитани са захарно, кърмно и салатно цвекло, царевичен силаж и листа от *Paulownia elongata*, както и силажи от комбинации на тези фуражи в съотношение 60:40 с торова постеля от пилета-бройлери.

Установено е, че се осъществява значително редуциране на микроорганизмите в крайните продукти, които се преценяват като безопасни за внасяне в почвите. В най-голяма степен микробната редукция е при биошлама, получен при анаеробното разграждане на комбинацията от торова постеля с царевичен силаж. От трите вида цвекло, силажирани с птичи тор, при анаеробно разграждане се постига най-висока деконтаминация с участие на захарното цвекло. При анаеробно разграждане на изследваните фуражи без птичи тор най-малко микроорганизми се установяват в биошлаговете от трите вида цвекло, както и в силажа от *P. elongata*.

Ключови думи: анаеробно разграждане, мезофилен режим, птичи тор, *Paulownia elongata*, цвекло, царевича, обеззаразяване

ВЪВЕДЕНИЕ

При анаеробното разграждане се постига превръщане на органичните отпадъци в източник на енергия (биогаз), както и в източник на биогенни елементи за почвата (биошлам), който позволява запазване на структурата на почвата и осигуряване на биогенни макро- и микроелементи за растенията. Независимо от тези предимства в България и в някои други страни от Европа изграждането на биогазови инсталации е незадоволително, тъй като производството на биогаз е биотехнология, ефективността на която зависи от много фактори, някои от които не напълно проучени [1].

Органичните торове могат да съдържат патогенни микроорганизми като *Salmonella enterica* и патогенни серотипове на *Escherichia coli*. При наторяване на селскостопански площи тези патогени могат да бъдат разпространени в околната среда и чрез нея – в хранителната верига посредством растенията, храните от животински произход и във водата за пиене и могат да причинят инфекции при животни и хора. Патогенни *E. coli* като EHEC, EAEC и EАNEC щамове и *S. enterica* все още са

EAEC and EAHEC strains, *S. enterica* and others are still very important zoonotic pathogens and responsible for high numbers of foodborne diseases all over the world [3]. Therefore, it is necessary an environmental assessment of the efficiency of the anaerobic decomposition of organic substances, one of the important criteria for which is the degree of microbial decontamination, as measured by the number of the sanitary indicator microorganisms. A number of studies in this area are made, including by the use of test microorganisms [6], [8]. The results show sure decontamination in respect of some basic groups of bacteria when the amount of them in the starting material is not very high (up to 10^6 CFU/ml). Studies of other groups suggest that some pathogens remain somewhat in the final.

The aim of this study was to follow the quantitative changes of sanitary indicative microorganisms in poultry manure and plant substrates, subjected to continuous mode mesophilic anaerobic digestion in order to assess the opportunities for their decontamination in this type of processing and receiving epizootological safe final product. The high efficiency of these materials as substrates for biogas production has been demonstrated in previous studies [2], [10].

MATERIALS AND METHODS

The experiments were conducted with a variety of organic substrates. The following feed were tested: sugar beet (S), mangold (M) and red beetroot (R), spring leaves of *Paulownia elongata* (SP), autumn leaves of *P. elongata* (AP) and silage of *P. elongata* (S-P). Also were studied combinations in the ratio of 40:60 of poultry litter (PL) from broiler chickens with: sugar beet (PL+S); mangold (PL+M); beetroot (PL+B); corn (PL+C); autumn leaves of *P. elongata* (PL+AP). The samples were homogenised in a laboratory to a particle size of 2 mm. The materials were tested for the content of dry matter and organic matter by routine methods. Then, the substrates were brought to a solids content of 7%. For the implementation of anaerobic digestion microbial community was formed by depositing microbial biomass from cattle manure (CM) in a final concentration of 10% of the total input into the digester organic substrate.

Anaerobic digestion was carried out using a plastic syringes with a volume of 20-50 ml, of the cone of which were placed a closing tubes, wherein the amount of gas is read directly on the scale on the syringe. These adapted by us laboratory equipments for modeling methane fermentation refer to the type of micro-ecosystem or microcosm according to the classification of [5]. Anaerobic process occurs as per found in our other experiments technological parameters: mesophilic temperature range of $33 \pm 1,0^\circ \text{C}$, dry matter content of 7% and residence time in the thermostat 15 days.

Elective and selective *nutrient media* (Sharlau Chemie S. A., Spain) were used for isolation and quantitative determination of the microorganisms from the studied groups and types. The following media have been chosen: Mueller Hinton agar for counting the total number of microorganisms in the examined material, Eosin Methylene Blue agar for *E. coli* and Gram-negative aerobic bacteria (coliforms), Cetrimide agar for bacteria of the genus *Pseudomonas*, Chapman Stone agar for those of the genus *Staphylococcus*, Sabouraud agar for fungi, selective medium for enterococci, Salmonella-Shigella agar for *Salmonella enterica* and selective agar for *Clostridium perfringens* (Merck-Bio Lab, Bulgaria).

много важни зооантропонозни патогени и са отговорни за голям брой хранителни инфекции по целия свят [3]. Един от важните критерии за екологична преценка на ефективността на анаеробното разграждане на органични вещества е степента на микробна деконтаминация, преценена по броя на санитарно индикаторните микроорганизми. Предвид актуалността на проблема, свързан с възможността да се ограничи разпространението на зоонози, са правени редица изследвания в тази насока, включително и с използване на тест микроорганизми [6], [8]. Резултатите показват сигурна деконтаминация по отношение на някои основни групи бактерии, когато количеството им в изходния материал не е много високо (до 10^6 CFU/ml). Проучванията на други колективи сочат, че някои патогенни микроорганизми се запазват в известна степен в крайния биослам [4], [7].

Цел на настоящото проучване е проследяване на количествените изменения на санитарно показателни микроорганизми в птичи тор и растителни субстрати, внесени в биореактор с непрекъснат мезофилен режим на анаеробно разграждане, с оглед оценка на възможностите за тяхната деконтаминация при такъв тип на преработка и получаване на епизоотологично безопасен краен продукт. Високата ефективност на тези материали като субстрати за производство на биогаз е установена при предишни проучвания [2], [10].

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Опитите са проведени с различни органични *субстрати*. Изпитани са следните *фуражи*: захарно (З), крмно (К) и червено цвекло (Ч), пролетни листа от *Paulownia elongata* (ПР), както и есенни листа (ЕР) и силаж от *P. elongata* (СР). Изследвани са също *комбинации* в съотношение 40:60 от торова постеля от пилета-бройлери със захарно (ПТ+З), крмно (ПТ+К) и салатно цвекло (ПТ+С), царевица (ПТ+Ц) и есенни листа от *Paulownia elongata* (ПТ+Р). Пробите са хомогенизирани в лабораторията до големина на частиците 2 mm. Материалите са изследвани за съдържание на сухо вещество и органично вещество по рутинните методи. След това субстратите са довеждани до съдържание на сухо вещество 7%. За осъществяване на анаеробното разграждане е формирано микробно съобщество чрез внасяне на микробна биомаса от говежди тор (ГТ) в крайна концентрация 10% от общото количество на входящия в биореактора органичен субстрат.

Анаеробното разграждане е осъществено при използване на пластмасови спринцовки с обем 20-50 ml, на конуса на които е поставян затварящ шлаух, при което количеството на газа се отчита директно върху скалата на спринцовките. Тези пригодени от нас лабораторни устройства за моделиране на метановата ферментация според класификацията на [5] се отнасят към тип микроекосистема или микрокосмос (МК). Анаеробният процес протича при установени при други наши експерименти технологични параметри: при мезофилен температурен режим от $33 \pm 1,0^\circ \text{C}$, съдържание на сухо вещество 7% и време на престой във ферментатора 15 денонощия.

Хранителни среди. За изолиране и количествено определяне на микроорганизмите от изследваните групи са използвани елективни и селективни среди (Sharlau Chemie S. A., Spain). Подбрани са агар на Mueller Hinton за определяне на общия брой на микроорганизмите, Eosin Methylene Blue agar за *E. coli* и Грам-отрицателните аеробни ббактерии (колиформите), Cetrimide agar за бактериите от род *Pseudomonas*, Chapman Stone agar за тези от род *Staphylococcus*, агар на Сабуро за гъбите, селективна среда за ентерококи, Salmonella-Shigella agar за *Salmonella enterica* и селективен агар за *Clostridium perfringens* от Merck-Bio Lab, България

Quantitative determination of microorganisms was carried out using the classical method in serial (10 times) increasing dilutions of the examined materials in a sterile physiological solution. Cultures on the selected media were prepared from these dilutions, three for each medium and dilution. After incubation at 37°C for 24–72 h under aerobic and anaerobic conditions (with Anaerocult® A mini – Merck-Bio Lab, Bulgaria), the mean arithmetical number of the developed colonies was calculated and the colony forming units (CFU) in 1 g or 1 ml of the initial material were determined.

Statistical analysis of results is made using the classic method of Student-Fisher.

RESULTS

The results of the microbiological examination of the starting materials are presented in table 1.

Количественото определяне на микроорганизмите е извършвано по класическия метод в серийни десетократно нарастващи разреждания на изследваните материали в стерилен физиологичен разтвор. От тях са правени посявки върху подобрите среди с и без антибиотици, по три за всяка среда и разреждане. След инкубиране при 37°C за 24 - 72 h при аеробни и анаеробни условия (с anaerob pack with palladium catalyst – H₂ + CO₂ – Бул Био НЦЗГБ – София) е определян средноаритметичния брой на развилите се колонии и е изчислявано количеството на колонииобразуващите единици (CFU – colony forming units) в 1 g от изходния материал.

Статистическият анализ на резултатите е осъществен посредством класическия метод на Стюдънт-Фишер.

РЕЗУЛТАТИ

Резултатите от microbiological изследвания на изходните материали са представени на таблица 1.

Table 1 / Таблица 1
Content of microorganisms from the studied groups in the starting materials /
Съдържание на микроорганизми от изследваните групи в изходните материали

Material / Материал	Microorganisms / Микроорганизми – CFU/g							
	Total number / Общ брой	Staphylococcus sp.	Fungi / Гъби	Pseudomonas sp.	C. perfringens	Coliforms / Колиформи	E. coli	Enterococcus sp.
PL before ensiling	6,9.10 ¹⁰ ±0,7	3,3.10 ⁶ ±0,4	4,7.10 ⁶ ±1,0	1,1.10 ⁶ ±0,2	1,6.10 ⁶ ±0,3	2,5.10 ⁵ ±0,1	1,6.10 ⁵ ±0,7	3,3.10 ⁷ ±0,2
PL+S	7,8.10 ⁹ ±1,2	1,0.10 ⁶ ±0,2	1,0.10 ⁷ ±0,1	9,3.10 ⁵ ±1,2	1,5.10 ⁵ ±0,1	1,4.10 ⁶ ±0,2	5,7.10 ⁴ ±2,3	4,8.10 ³ ±0,8
PL+M	2,7.10 ⁹ ±0,6	2,7.10 ⁴ ±1,2	2,6.10 ⁶ ±0,1	2,9.10 ⁵ ±0,2	3,6.10 ⁵ ±0,1	7,4.10 ⁵ ±1,2	1,7.10 ⁴ ±0,5	1,6.10 ³ ±0,3
PL+B	4,1.10 ⁹ ±0,8	1,1.10 ⁵ ±0,1	2,7.10 ⁵ ±0,9	8,7.10 ⁴ ±2,5	5,6.10 ⁴ ±1,2	1,0.10 ⁴ ±0,0	1,7.10 ³ ±0,9	1,0.10 ² ±0,0
PL+C	9,9.10 ⁹ ±0,8	6,8.10 ⁴ ±1,2	6,8.10 ⁶ ±0,8	8,6.10 ⁵ ±0,9	2,0.10 ⁵ ±0,2	6,3.10 ⁵ ±2,0	7,3.10 ⁴ ±1,7	1,0.10 ² ±0,8
PL+AP	2,1.10 ⁹ ±0,2	2,7.10 ⁴ ±1,2	2,6.10 ⁵ ±1,2	2,7.10 ⁴ ±1,7	4,3.10 ⁴ ±1,2	5,7.10 ⁵ ±1,6	2,3.10 ³ ±0,5	0
CM 10%	3,6.10 ⁹ ±2,2	5,6.10 ⁴ ±1,2	4,3.10 ⁵ ±0,7	4,0.10 ⁴ ±0,8	6,4.10 ⁴ ±0,5	6,6.10 ³ ±4,7	1,3.10 ⁴ ±0,9	1,7.10 ⁴ ±0,4

PL-poultry litter (пмичи тор); S-sugar beet (захарно цвекло); M-mangold (кръмно цвекло); B-beetroot (червено цвекло); C-corn (царевица); AP-autumn leaves (есенни листа) of *P. elongata*; CM-cattle manure (говежди тор)

In the test material was not found contain of *Salmonella enterica*.

As can be seen from the data presented, this treatment of the poultry litter had the effect of reducing the amount of microorganisms from almost all examined groups therein. Significantly lower was the total number of microorganisms in all ensiled materials than the poultry litter output ($P<0.001$) as well as that of staphylococci ($P<0.01$ in PL+S and $P<0.001$ in the other ensiled mixtures), of *Pseudomonas* sp. ($P>0.05$ in PL+S and PL+B, $P<0.05$ for PL+C and $P<0.001$ in the other ensiled materials) and of *C. perfringens* ($P<0.001$). Especially significant reduction in quantities was detected in enterococci and *E. coli* in all tested ensiled material in comparison to the starting poultry manure ($P<0.001$). To a lesser extent was the decrease in the number of fungi and coliforms therein, even in some of the materials (PL+S, PL+C etc.) was reported some increase in the quantity of fungi, which is reliable only for PL+S ($P<0.01$) and coliforms, which was statistically significant at PL+S ($P<0.001$), PL+M ($P<0.05$) and PL+AP ($P<0.01$). The most significant was the reduction in the quantity of sanitary revealing microorganisms in poultry manure after its ensilage with autumn leaves of *P. elongata* and beetroot, and the least - with the participation of sugar beet.

On table 2 can be seen the summary results of microbiological studies of ensiled materials after anaerobic digestion.

В изследваните материали не е установено съдържание на *Salmonella enterica*.

Както се вижда от представените данни, тази обработка на птичия тор има за резултат намаляване на количествата на микроорганизмите от почти всички изследвани групи в него. Значително по-малък е общия брой на микроорганизмите при всички силажирани материали в сравнение с изходния тор ($P<0.001$), както и този на стафилококите ($P<0.01$ за ПТ+З и $P<0.001$ за останалите силажирани смеси), на *Pseudomonas* sp. ($P>0.05$ за ПТ+З и ПТ+С, $P<0.05$ за ПТ+Ц и $P<0.001$ за останалите силажирани материали) и на *C. perfringens* ($P<0.001$). Особено значително намаление в количествата се установява при ентерококите и *E. coli* във всички изследвани силажирани материали в сравнение с изходния тор ($P<0.001$). В по-малка степен е понижението на броя на гъбите и колиформите в тях, дори при някои от материалите (ПТ+З, ПТ+Ц и др.) се отчита известно увеличение на количествата на гъбите, което е достоверно само при ПТ+З ($P<0.01$) и на колиформите, което е статистически значимо при ПТ+З ($P<0.001$), ПТ+К ($P<0.05$) и ПТ+Р ($P<0.01$). Най-съществено е понижението на количествата на санитарно показателните микроорганизми в птичия тор след силажирането му с есенни листа от *P. elongata* и салатно цвекло, а най-слабо – с участие на захарно цвекло.

На таблица 2 могат да се видят обобщените резултати от microbiological изследвания на силажираните материали след анаеробното разграждане.

Table 2 / Таблица 2
Content of microorganisms from the studied groups in the ensiled materials after anaerobic digestion / Съдържание на микроорганизми от изследваните групи в силажираните материали след анаеробното разграждане

Material / Материал	Microorganisms (Микроорганизми) – CFU/g							
	Total number / Общ брой	<i>Staphylococcus</i> sp.	Fungi Гъби	<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>C. perfringens</i>	Coliforms Колиформи	<i>E. coli</i>	<i>Enterococcus</i> sp.
PL+S	4,5.10 ⁷ ±0,4	5,3.10 ⁴ ±1,9	9,3.10 ⁴ ±2,5	1,0.10 ² ±0,8	3,4.10 ⁵ ±0,3	1,4.10 ³ ±0,2	2,0.10 ² ±0,8	4,5.10 ⁴ ±0,3
PL+M	7,7.10 ⁹ ±5,9	7,0.10 ³ ±3,6	5,2.10 ⁴ ±3,4	1,0.10 ³ ±0,4	2,6.10 ⁴ ±0,8	1,0.10 ⁴ ±0,2	4,2.10 ⁴ ±1,3	3,7.10 ⁴ ±0,4
PL+B	2,9.10 ¹⁰ ±0,3	3,3.10 ³ ±1,2	2,7.10 ³ ±1,2	3,7.10 ² ±2,4	2,1.10 ⁴ ±0,6	3,7.10 ² ±1,2	8,0.10 ³ ±0	4,0.10 ⁴ ±0,8
PL+C	1,3.10 ⁶ ±0,5	4,2.10 ⁴ ±0,3	6,0.10 ⁵ ±1,6	1,3.10 ³ ±0,9	4,5.10 ³ ±2,5	4,0.10 ³ ±1,0	2,3.10 ² ±0,9	6,7.10 ⁴ ±1,2
PL+AP	2,7.10 ⁹ ±0,9	3,3.10 ⁴ ±1,7	6,3.10 ⁴ ±1,2	0	6,4.10 ⁴ ±0,3	0,7.10 ² ±0,9	0	5,9.10 ³ ±1,0

PL-poultry litter (птичи тор); S-sugar beet (захарно цвекло); M-mangold (кръмно цвекло); B-beetroot (червено цвекло); C-corn (царевица); AP-autumn leaves (есенни листа) of *P. elongata*

The data shows that in the end bioslimes quantities of microorganisms of the part of the tested groups were lower than those in the starting silages. The total number of microorganisms was considerably less ($P<0,001$) in bioslimes from PL+S and PL+C, and in the others was reported a slight increase, which was significant only for PL+B ($P<0,001$). The most considerably was the reduction of the fungi ($P<0,001$), of *Pseudomonas* sp. ($P<0,001$) and of the coliforms ($P<0,001$) in all final materials in comparison with the starting silages. This applies and for the staphylococci except in PL+AP, where was observed slightly implausible increasing in their quantity in the final bioslime ($P>0,05$). Reduced were the quantities and of *C. perfringens* at the end of the anaerobic degradation of most of the materials tested, but in PL+S и PL+AP was a certain increase was recorded, which was statistically significant only in PL+S ($P<0,01$). For *E. coli* significant reduction in the quantities ($P<0,001$) was observed in PL+S, PL+C and PL+AP, and in the other two tested bioslimes slight increase was observed, which was plausible only in PL+B ($P<0,01$). In all studied bioslimes however was established increase in quantities of enterococci versus baseline silages ($P<0,001$), but their amounts remained significantly lower than that in the poultry manure ($P<0,001$) and slightly exceeded that in the used yeast from cattle manure, significant only in PL+C ($P<0,01$). These results indicate significant decontamination of ensiled in combination with poultry litter feed after the anaerobic digestion, which is in maximal degree in the bioslime from PL+C. Of the three types of beets, ensiled with poultry manure, the highest decontamination by anaerobic digestion was achieved in PL+S.

The results of the microbiological examination of bioslimes, obtained after anaerobic digestion of the starting plant materials (without poultry manure, with the addition only of cattle manure as yeast for anaerobic degradation) are presented in Table 3.

От данните се вижда, че в крайните биошламове количествата на микроорганизмите от част от изследваните групи са по-ниски от тези в изходните силажи. Общият брой на микроорганизмите е значително по-малък ($P<0,001$) при ПТ+З и ПТ+Ц, а при останалите се отчита слабо повишение, което е достоверно само при ПТ+С ($P<0,001$). Най-значително е редуцирането на гъбите ($P<0,001$), на *Pseudomonas* sp. ($P<0,001$) и на колиформите ($P<0,001$) във всички крайни материали в сравнение с изходните силажи. Това се отнася и за стафилококите с изключение на ПТ+Р, където се наблюдава слабо недостоверно повишение в количеството им в крайния биошлам ($P>0,05$). Понижени са количествата и на *C. perfringens* в края на анаеробното разграждане на повечето изследвани материали, но при ПТ+З и ПТ+Р се отчита известно повишаване, което е статистически значимо само при ПТ+З ($P<0,01$). При *E. coli* значително намаление в количествата ($P<0,001$) се установява при ПТ+З, ПТ+Ц и ПТ+Р, а при останалите два изследвани биошлама се наблюдава слабо повишение, което е достоверно само при ПТ+С ($P<0,01$). Във всички изследвани биошламове обаче се установява повишение в количествата на ентерококите в сравнение с изходните силажи ($P<0,001$), но количествата им остават значително по-ниски от това в птичия тор ($P<0,001$) и слабо надвишават това в използваната закваска от говежди тор, значимо само при ПТ+Ц ($P<0,01$). Тези резултати показват значителна деконтаминация на силажираните в комбинация с птичий тор фуражи след анаеробно разграждане, която е в максимална степен при биошлама от ПТ+Ц. От трите вида цвекло, силажирани с птичий тор, при анаеробно разграждане се постига най-висока деконтаминация на ПТ+З.

Резултатите от микробиологичните изследвания на биошламовете, получени след анаеробно разграждане на изходните растителни материали (без птичий тор, с добавка само на говежди тор като закваска при анаеробното разграждане) са представени на табл. 3.

Table 3 / Таблица 3
Content of microorganisms from the studied groups in the plant materials after anaerobic digestion / Съдържание на микроорганизми от изследваните групи в растителните материали след анаеробното разграждане

Material / Материал	Microorganisms (Микроорганизми) – CFU/g							
	Total number / Общ брой	<i>Staphylococcus</i> sp.	Fungi / Гъби	<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>C. perfringens</i>	Coliforms / Колиформи	<i>E. coli</i>	<i>Enterococcus</i> sp.
S	3,7.10 ⁷ ±2,3	5,1.10 ³ ±1,9	7,3.10 ⁵ ±0,7	0	0	6,7.10 ² ±5,5	1,5.10 ² ±1,5	5,3.10 ² ±1,2
M	2,0.10 ⁷ ±3,5	1,7.10 ³ ±2,1	1,8.10 ⁶ ±1,2	0	0	0	0	2,7.10 ³ ±2,1
R	1,0.10 ⁷ ±1,7	2,3.10 ³ ±0,6	3,0.10 ⁵ ±1,7	0	6,3.10 ³ ±3,2	5,0.10 ² ±0,7	6,0.10 ² ±0,7	1,7.10 ² ±0,4
SP	5,0.10 ⁶ ±3,5	5,8.10 ⁴ ±3,8	9,7.10 ⁵ ±5,7	1,0.10 ² ±1,7	5,3.10 ⁴ ±3,2	1,1.10 ³ ±2,0	0,7.10 ² ±1,0	4,3.10 ³ ±0,8
AP	4,5.10 ⁸ ±2,8	2,5.10 ⁵ ±0,4	1,5.10 ⁶ ±1,2	4,7.10 ³ ±5,0	7,3.10 ³ ±2,1	1,5.10 ⁴ ±0,6	6,0.10 ³ ±0,0	6,0.10 ² ±1,0
S-P	1,9.10 ⁸ ±0,9	4,9.10 ³ ±0,6	1,7.10 ⁵ ±1,3	0	1,3.10 ⁴ ±1,2	1,7.10 ³ ±0,4	1,0.10 ² ±1,0	3,4.10 ³ ±1,4
CM 10%	2,0.10 ⁹ ±1,8	9,0.10 ⁴ ±1,0	7,0.10 ⁴ ±1,2	2,2.10 ³ ±1,7	4,0.10 ⁴ ±2,0	5,0.10 ³ ±1,4	1,3.10 ⁴ ±0,9	1,1.10 ⁴ ±1,3

S-sugar beet (захарно цвекло); M-mangold (кръмно цвекло); R-red beetroot (червено цвекло); SP-spring leaves (пролетни листа) of *P. elongata*; AP-autumn leaves (есенни листа) of *P. elongata*; S-P-silage (силаж) of *P. elongata*; CM-cattle manure (говежди тор)

In starting plant substrates were established only staphylococci in amounts up to $5.7 \cdot 10^4 \pm 0.7$ and bacilli, as the total number of microorganisms in them not exceeded $8.3 \cdot 10^6 \pm 0.2$. Presence of sanitary indicative microorganisms was not established, which in the materials of *P. elongata* was proved also in our previous studies [9]. As seen from the table, the microorganisms from all traced groups were in smallest quantities in the bioslimes of these materials in comparison with the added as starter cow manure, as well as compared to bioslimes of the substrates ensiled with poultry litter. The total number of microorganism was a significantly lower ($P < 0.001$) for bioslimes obtained after digestion of all tested feed, as well as that of the *E. coli* and the enterococci ($P < 0.01$). The staphylococci were also significantly less in the bioslimes from the three types of beet ($P < 0.001$) and from spring leaves of *P. elongata* ($P > 0.05$), but in the bioslime from autumn leaves was reported an increase of these bacteria ($P < 0.001$). Particularly considerably was the reduction of bacteria of the genus *Pseudomonas* in all tested bioslimes ($P < 0.001$) except in that of autumn leaves of *P. elongata*, in which establishes a slight increase of these bacteria ($P > 0.05$). This applies also for the number of coliforms in these substrates. *C. perfringens* was also significantly reduced in bioslimes, except that of the autumn leaves of *P. elongata*, which was increased in comparison with this in the added cow manure ($P < 0.01$). Quantities of fungi, however, were higher in all bioslimes compared to the yeast of cattle manure ($P < 0.01$ for the autumn leaves of *P. elongata*, and $P < 0.001$ for the rest bioslimes).

The smallest was number of microorganisms in the bioslimes from the three types of beet, as well as in this of silage from *P. elongata*. Very low were values of the sanitary indicative microorganisms (of *E. coli*, enterococci and *C. perfringens*), as well as of coliforms and *Pseudomonas* sp. The results show that bioslimes from the tested plants substrates were safe from epizootological standpoint for application to the soil as fertilizer.

DISCUSSION

First [2] presented new renewable energy source - a mixture of manure and energy crops. These authors proposed for the first time the possibility of integrating two types of biotechnologies - lactic acid fermentation and anaerobic decomposition of the substrate, which includes silage from *Paulownia elongata*. Our studies show that in this technology was achieved a high degree of decontamination of the manure ensiled with autumn leaves of *P. elongata* with a substantial reduction in the quantity of sanitary indicative microorganisms. Moreover, beet is one of best sources of biogas because of its high content of dry matter, organic matter and sucrose. According to [10] sugar beet is with the highest content of dry matter among the three beet species, which is an advantage in this respect, while fodder beet has the lowest values. Also sugar beet is distinguished by high percentage of organic matter. Probably because of this high content of sugar and organic matter in sugar beet decontamination of poultry litter after the ensilage in combination with this type of beet was relatively less compared with the other combinations tested by us. The most significant was the reduction in the quantity of sanitary indicative microorganisms in poultry manure after its ensilage with autumn leaves of *P. elongata* and beetroot, and the least - with the participation of sugar beet. After the anaerobic digestion of these feed

В изходните растителни субстрати се установяват единствено стафилококи в количества до $5.7 \cdot 10^4 \pm 0.7$ и бацили, като общият брой на микроорганизмите в тях не надвишава $8.3 \cdot 10^6 \pm 0.2$. Не се установява наличие на санитарно показателни микроорганизми, което за материалите от *P. elongata* е установено и при предишни наши изследвания [9]. Както се вижда от таблицата, микроорганизмите от всички изследвани групи са в най-малки количества в биошламовете от тези материали, в сравнение с прибавения като закваска говежди тор, както и в сравнение с биошламовете от силажираните с птичия тор субстрати. Общият брой на микроорганизмите е значително по-малък ($P < 0.001$) при биошламовете, получени след анаеробното разграждане на всички изследвани фуражи, както и този на *E. coli* и на ентерококите ($P < 0.01$). Стафилококите също са значително по-малко в биошламовете от трите вида цвекло ($P < 0.001$) и в пролетните листа от *P. elongata* ($P > 0.05$), но при биошлама от есенни листа на *P. elongata* се отчита повишение на тези бактерии ($P < 0.001$). Особено значително е редуцирането на бактериите от род *Pseudomonas* във всички изследвани биошламове ($P < 0.001$) освен в този от есенни листа от *P. elongata*, в който се установява слабо повишение на тези бактерии ($P > 0.05$). Това се отнася и за броя на колиформите в тези субстрати. *C. perfringens* също е значително редуциран в биошламовете с изключение на този от есенните листа от *P. elongata*, в който е повишен спрямо този в прибавения говежди тор ($P < 0.01$). Количествата на гъбите обаче са по-високи във всички биошламове спрямо закваската от говежди тор ($P < 0.01$ за есенните листа от *P. elongata* и $P < 0.001$ за останалите биошламове).

Най-малко са микроорганизмите в биошламовете от трите вида цвекло, както и в силажа от *P. elongata*. Много ниски са стойностите на санитарно показателните микроорганизми (на *E. coli*, ентерококите и *C. perfringens*), както и колиформите и на *Pseudomonas* sp. Резултатите показват, че биошламовете, получени от изследваните растителни субстрати, са безопасни от епизоотологична гледна точка за приложение в почвата като естествени торове.

ОБСЪЖДАНЕ

За пръв път [2] първи представиха нов възобновяем енергиен източник – смес от тор и енергийни култури. Тези автори предлагат за пръв път възможността за интегриране на биотехнологии от два типа – млечно кисела ферментация и анаеробно разграждане на субстратите, като включват и силаж от *Paulownia elongata*. Нашите изследвания показват, че при тази технология се постига висока степен на деконтаминация на птичия тор, силажиран заедно с есенни листа от *P. elongata* със съществено понижението на количествата на санитарно показателните микроорганизми. Освен това цвеклото е един от най-добрите източници на биогаз поради високото си съдържание на сухо и органично вещество, както и на захароза. Според [10] захарното цвекло е с най-високо съдържание на сухо вещество от трите вида цвекло, използвани от нас, което е предимство в това отношение, докато салатното цвекло е с най-ниско съдържание. Също така захарното цвекло се отличава с високо съдържание на органична материя. Вероятно поради това високо съдържание на захар и органична материя в захарното цвекло, деконтаминацията на птичи тор след силажирането му в комбинация с този вид цвекло е в сравнително по-малка степен спрямо другите изследвани от нас комбинации. Най-съществено е понижението на количествата на санитарно показателните микроорганизми в птичия тор след силажирането му с есенни листа от *P. elongata* и салатно цвекло, а най-слабо – с участие на захарно цвекло. След анаеробно разграждане на тези

ensiled in combination with poultry litter there was a further substantial decontamination, which was in the maximum degree in the bioslime from silage of poultry manure and corn. Of the three types of beets, ensiled with poultry manure, in anaerobic digestion was achieved the highest decontamination of the silage from poultry litter and sugar beet. The period of full fermentation of sugar beet is relatively short: in the range of 15 to 20 days (compared with silage corn about 90 days). In addition, methane yields per hectare are at about 20% more than that of silage corn (54 t/ha corn correspond to 80 t/ha sugar beet). Furthermore, sugar beet has the lowest values of nitrogen and this is one of its main advantages in producing of biogas [10]. Our studies indicate that decontamination of cattle manure in the presence of fodder beet, which has the lowest values of organic matter, was at a highest level compared to the other tested species beets and fodder.

The proposed from [2] combination of both technologies called cotechnology allows to increase the efficiency of biogas production, as main reason for this is the precise combination of materials, that integrate two main ideas: utilization of the greatest possible amount of organic waste from livestock and increasing energy and economic efficiency through the introduction of plant biomass - silage. Individual raw materials (animal manure, corn silage, etc.) are mixed into common mass. In the application of this principle of cofermentation the organic manure (poultry, cattle or pig) mixed with plant biomass is an effective material and substrate for biogas production, as the potential for release of methane in the process of decay is very large. Ensilage is biotechnology, in which microorganisms break down a part of carbohydrates. As a result of the action of hetero fermentative anaerobic bacteria are synthesized lactic acid, acetic acid and alcohol. This leads to stimulation of further biochemical processes for the formation of biogas. Thus the generation of biogas is supported and better efficiency of biogas installation is achieved. At the biogas production, however, of particular importance is the experimental verification of the epizootological safety of the end bioslimes after anaerobic digestion of substrates. The results of these experiments in this direction show that the resulting end products of all tested materials are environmentally safe and their application to improve soil fertility not hiding risks of spread of pathogenic microorganisms.

CONCLUSIONS

- The ensilage of poultry litter mixed with corn, autumn leaves of *Paulownia elongata* and with different types of beet had the effect of reducing the amount of microorganisms from almost all studied groups in it, which was particularly significantly in enterococci and *E. coli*. The most substantially was the reduction in the quantity of the sanitary indicative microorganisms in poultry manure after its ensilage with autumn leaves of *P. elongata* and beetroot, and the least - with the participation of sugar beet.
- In continuous mesophilic mode of anaerobic digestion of feed ensiled in combination with poultry manure for 15 days significant microbial decontamination was achieved, including regarding the sanitary indicative bacteria such as *E. coli* and enterococci. It was maximal in the bioslime from poultry manure and corn. Of the three types of beets, ensiled with poultry manure, the highest decontamination

силажирани в комбинация с птичи тор фуражи се наблюдава допълнително значителна деконтаминация, която е в максимална степен при биошлама от силажа от птичи тор и царевица. От трите вида цвекло, силажирани с птичи тор, при анаеробно разграждане се постига най-висока деконтаминация на силажа от птичи тор и захарно цвекло. Периодът на пълна ферментация на захарното цвекло е относително кратък: в интервал от 15 до 20 дни (в сравнение с царевичния силаж, който е около 90 дни). Освен това добивът на метан от хектар е с около 20% по-висок от този от царевичния силаж (54 t/ha за царевицата в сравнение с 80 t/ha за захарното цвекло). Нещо повече, захарното цвекло има най-ниско съдържание на азот и това е едно от неговите най-големи предимства при производството на биогаз [10]. Настоящите изследвания показват, че деконтаминацията на говеждия тор в присъствие на салатно цвекло е в най-висока степен в сравнение с останалите изследвани видове цвекло и фуражи. Според [10] този вид цвекло има най-ниско съдържание на органично вещество.

Презложеното от [2] съчетаване на двете технологии, наречено котехнология, позволява да се повиши ефективността на производството на биогаз, като основната причина за това е прецизното комбиниране на суровините, които интегрират две основни идеи: оползотворяване на възможно най-голямо количество органични отпадъци от селскостопанските животни и повишаване на енергийната и икономическа ефективност чрез внасяне на растителна биомаса – силаж. Отделните суровини (животинска тор, царевичен силаж и др.) се смесват в една обща маса. При приложението на този принцип на коферментацията органичният тор (птичи, говежди или свински), смесен с растителната биомаса, е ефикасна суровина и субстрат за производството на биогаз, тъй като потенциалът за отделяне на метан в процеса на гниене е много голям. Силажирането е биотехнология, при която микроорганизми разграждат част от въглехидратите. В резултат от действието на хетеро-ферментативни анаеробни бактерии, се синтезира млечна киселина, оцетна киселина и алкохол. Това води до стимулиране на по-нататъшните биохимични процеси до образуване на биогаз. По този начин се подпомага образуването на биогаз и се постига по-добра ефективност на биогаз инсталацията. При производството на биогаз обаче от особено голямо значение е експерименталната проверка на епизоотологичната безопасност на крайните биошламове след анаеробното разграждане на субстратите. Резултатите от настоящите експерименти в тази насока показват, че получените крайни продукти от всички изследвани материали са екологично безопасни и прилагането им за повишаване на почвеното плодородие не крие рискове от разпространение на патогенни микроорганизми.

ИЗВОДИ

- Силажирането на птичия тор, смесен с царевица, есенни листа от *Paulownia elongata* и с различни видове цвекло има за резултат намаляване на количествата на микроорганизмите от почти всички изследвани групи в него, което е особено значително при ентерококите и *E. coli*. Най-съществено е понижението на количествата на санитарно показателните микроорганизми в птичия тор след силажирането му с есенни листа от *P. elongata* и салатно цвекло, а най-слабо – с участие на захарно цвекло.
- При непрекъснат мезофилен режим на анаеробно разграждане на силажираните в комбинация с птичи тор фуражи в продължение на 15 дни се постига значителна микробна деконтаминация, включително по отношение на санитарно показателните бактерии като *E. coli* и ентерококите. Тя е в максимална степен при биошлама от птичи тор и царевица. От трите вида цвекло, силажирани

by anaerobic digestion was achieved by involvement of sugar beet.

- In the investigated plant substrates, subjected to digestion with bovine manure, at least were microorganisms in the bioslimes of the three types of beet and of silage from *P. elongata*. The received bioslimes were safe from epizootological standpoint for application to the soil as fertilizer.

ACKNOWLEDGMENT

This work is funded by NSF as a result of project implementation FFNIPO-12-01283 "Ecologization of agro-environmental systems and increase their energy efficiency by applying a recast bio organic waste for fertilization, introduction of energy crops and complex use of biomass as an energy source" (Contract DFNI-E01 / 3 of 27/11/2012).

REFERENCES

- [1]. Al Seadi T. (2001) - *Good practice in quality management of AD residues from biogas production*, Report made for the International Energy Agency, Task 24- Energy from Biological Conversion of Organic Waste. Published by IEA Bioenergy and AEA Technology Environment, Oxfordshire, United Kingdom;
- [2]. Baykov B. D., Shindarska Z., Kirov V., Kostadinova G. (2013) - *Increasing the effectiveness of a holding company for organic cow milk production by using new biogas substrate*, Proceeding of XVIth ISAH Congress 2013 "Animal Hygiene, Health and Welfare as Corner Stones of Sustainable Animal Production", International Society for Animal Hygiene, Nanjing, China, pg. 385-387;
- [3]. Eling R., Philipp W., Hoelzle, L. E. (2013) - *Survival of enteroaggregative hemorrhagic E. coli (EAHEC) O104: H4 and monophasic variant (O4, [5], 12: I: -) of Salmonella Typhimurium in organic fertilizer such as sewage sludge, slurry and biogas plant effluents during storage and heat inactivation*, Proceeding of XVIth ISAH Congress 2013 "Animal Hygiene, Health and Welfare as Corner Stones of Sustainable Animal Production", International Society for Animal Hygiene, Nanjing, China, pg. 400-402;
- [4]. Gannoun H., Bouallagui H., Okbi A., Sayadi S., Hamdi M. (2009) - *Mesophilic and Thermophilic Anaerobic Digestion of Biologically Pretreated Abattoir Waste Water in an Upflow Anaerobic Filter*. Journal of Hazardous Materials, vol. 170, no 1, pg. 263-271;
- [5]. Odum Y. (1986) - *Ecology*, M., Mir, pg. 79-88,
- [6]. Petkov Y., Simeonov I., Baykov B., Popova T. P. (2008) - *Comparative analyses of continuous and sequensic batch regime of anaerobic digestion of poultry litter*, Scientific Conference of FVM - FTU "Traditions and contemporaneusness in Veterinary Medicine", Proceedings, FTU, 78 - 87;
- [7]. Philipp W., Ade-Kappelmann K., Drca M., Lorenz H., Böhm R. (2005) - *New hygiene rules for biogas plants – revising German biowaste ordinance*. ISAH, Warsaw, Poland, vol. 2, pg. 234 – 227.
- [8]. Popova T., Popova I., Baykov B., Petkov Y., Zaharinov B., Marinova N. (2007) - *Comparative hygiene assessment of technologies for organic manure utilization with high content of dry matter 1. Reduction of pathogenic microorganisms in a continuous mesophilic process of anaerobic degradation*. XIII International Congress in Animal Hygiene ISAH - 2007, June 17 – 21, Animal Health, Animal Welfare and Biosecurity, Tartu, Estonia, Proceedings, vol. 1, pg. 549-552.

с птици тор, при анаеробно разграждане се постига най-висока деконтаминация при участието на захарно цвекло.

- При изследваните растителни субстрати, подложени на разграждане с говежди тор, най-малко са микроорганизмите в биошлаговете от трите вида цвекло, както и в силажа от *P. elongata*. Получените биошлагове са безопасни от епизоотологична гледна точка за приложение в почвата като естествени торове.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящата разработка е финансирана от ФНИ в резултат на изпълнение на научно-изследователски проект FFNIPO-12-01283 "Екологизация на агроекологични системи и повишаване на енергийната им ефективност чрез прилагане на преработени биоорганични отпадъци за торене, интродуциране на енергийни култури и комплексно използване на биомасата като енергоносител" (Договор DFNI-E01 / 3 от 27/11/2012).

REFERENCES

- [1]. Ал. Шеади Т. (2001) - *Сборник с добри практики в управлението на качеството на АД остатъци от производство на биогаз*, Изготвен отчет за Международната агенция по енергетика, Задача 24 - Енергия на биологичното преобразуване от органични отпадъци. Публикуван от Биоенергия IEA и AEA Technology околна среда, Оксфордшир, Великобритания;
- [2]. Байков Б., Шиндарска З., Куров В., Костадинова Г. (2013) - *Повишаване ефективността на холдингово дружество за биологично производство на краве мляко чрез използване на нов субстрат от биогаз*. Изхождайки от XVI-ия Конгрес ISAH 2013 "Хигиена на животните, здравеопазването и социалните грижи, както крагелен камък на устойчиво Животновъдство", Международна общност за животновъдна хигиена, Nanjing, Китай, PG. 385-387;
- [3]. Елинг Р., Филип Л., Хоелзи Л. (2013) - *Оценка на ентероагрегати на E. coli (хеморагични EAHEC) O104: H4 и монофазен вариант (O4, [5], 12: I: -) на Salmonella Typhimurium в органична тор като например утайки от отпадъчни води, течен тор и биогазови растителни отпадъци време на съхранение и топлинна дезинфекция*. Изхождайки от XVI-ия Конгрес ISAH 2013 "Хигиена на животните, здравеопазването и социалните грижи, както Corner Stones на устойчиво Животновъдство", Международна общност за животновъдна хигиена, Nanjing, Китай, PG. 400-402;
- [4]. Гонау Х., Буалози Х., Окаби А., Саиди С., Хамди М. (2009) - *мезофилни и термофилно анаеробно разлагане на биологични третирана вода от кланица отпадъка по възходящ поток Анаеробни Filter*. Вестник на опасните материали, кн. 170, № 1, стр. 263-271;
- [5]. Одум Й. (1986) - *Екология*, М., Мир, pg. 79-88,
- [6]. Петков Й., Симеонов И., Б. Байков, Попова Т. (2008) - *Сравнителни анализи на непрекъсната и последователна партида режим на анаеробно разлагане на птици отпадъци*. Научна конференция на FVM - FTU "Традиции и съвременност във ветеринарната медицина", Сборник, FTU, 78-87;
- [7]. Филип Л., Аде-Капелман К., Дерка М., Лоренз Н., Бьом Р. (2005) - *Нови хигиенни правила за инсталации за биогаз - преразглеждане на наредбата за немски биотпадъци*, ISAH, Варшава, Полша, кн. 2, стр. 234-227;
- [8]. Попова Т., И. Попова, Б. Байков, Петков Й., Захаринов Б., Маринова, Н. (2007) - *Сравнителен хигиена характеристика на технологии за използване на органични торове с високо съдържание на сухо вещество 1*, Намаляване на патогенни микроорганизми в непрекъснат мезофилен процес на анаеробно разграждане. XIII Международен конгрес по животните Хигиена ISAH - 2007, June 17-21, здравеопазване на животните, хуманно отношение към животните и биосигурността, Tartu, Естония, производство, об. 1, стр. 549-552;

[9]. Popova T. P., Baykov B. D., Shindarska Z. (2013) - *Study on decontamination of silage from Paulownia elongata*, Proceeding of XVIth ISAH Congress 2013 "Animal Hygiene, Health and Welfare as Corner Stones of Sustainable Animal Production", International Society for Animal Hygiene, Nanjing, China, pg. 278-280;

[10]. Shindarska Z., Kirov V., Popova T., Baykov B. (2013) - *New materials for biogas production in livestock farms in Bulgaria*, Proceeding of XVIth ISAH Congress 2013 "Animal Hygiene, Health and Welfare as Corner Stones of Sustainable Animal Production", International Society for Animal Hygiene, Nanjing, China, pg. 388-390.

[9]. Попова Т., Байков Б., Шиндарска З. (2013) - *Проучване на обеззаразяване на силаж от Paulownia elongata*, Извадка от XVI-ия Конгрес ISAH 2013 "Хигиена на животните, здравеопазването и социалните грижи, както краъгълен камък на устойчиво Животновъдство", Международното общество за животните Хигиена, Nanjing, Китай, PG. 278-280;

[10]. Шиндарска З., Киров В., Т. Попова, Б. Байков (2013) - *Нови материали за производство на биогаз в животновъдните стопанства в България*, Извадка от XVI-ия Конгрес ISAH 2013 "Хигиена на животните, здравеопазването и социалните грижи, както Corner Stones на устойчиво Животновъдство", Международното общество за животните Хигиена, Nanjing, Китай, PG. 388-390.

BIOSYNTHESIS AND UTILISATION OF PECTOLYTIC ENZYMES FROM ASPERGILLUS NIGER IN AGRO-FOOD INDUSTRY

BIOSINTEZA SI UTILIZAREA ENZIMELOR PECTOLITICE DIN ASPERGILLUS NIGER IN INDUSTRIA AGROALIMENTARA

Lect. Ph.D. Ferdeş M., Lect. Ph.D.Eng. Ipate G.

P.U. Bucharest / Romania

Tel: 0729 821 256; E-mail: marianaferdes@yahoo.com

Abstract: The extraction of fruit and vegetable juices can be improved by treating raw material with pectolytic enzymes of fungal origin. In the research conducted a pectolytic enzyme preparation was obtained from a strain of *Aspergillus niger* grown on a culture medium with wheat bran for 5 days at 30°C. The enzyme was tested to obtain the juice from apples, oranges, kiwi, grapes, carrots, celery, beetroot and the obtained values for volume of juice, soluble substances in the filtrate and clarification level were significantly higher than the untreated samples.

Keywords: pectolytic enzymes, *Aspergillus*, juice, fruits, vegetables

INTRODUCTION

Pectin and other pectic substances are complex plant polysaccharides that contribute to plant tissue structure as a part of cell wall and as middle lamella component. The principal constituent present in pectin is a D-galacturonic acid in the form of macromolecule based on α -1,4 glycosidic linkages. The uronide carboxyl groups are 60-90% esterified by methanol. Rhamnose units can be inserted into the main uronide chain and often side chains of arabinan, galactan or arabinogalactan are linked to rhamnose [1, 4, 7].

Pectinases are a group of different enzymes that contribute to the breakdown of pectin which is a structural polysaccharide of fruits and vegetables. Pectolysis is one of the most important processes for plant, as it plays a role in cell elongation and growth as well as fruit ripening.

There are 4 major pectolytic enzymes. These are: 1. Pectin methyl esterase (PME) (poly methoxylgalacturonide lyase); 2. Polygalacturonase (PG) (poly 1,4- α -D-galacturonide glucano hydrolase); 3. Pectin lyase (PL), (pectin depolymerase); 4. Pectate (pectic acid) lyase. Pectin esterase has the ability to de-esterify pectin by the removal of methoxy residues. Pectin depolymerases readily split the main chain and it was further classified as polygalacturonase (PG) and pectinlyases (PL) [7, 8].

Pectolytic enzymes are wide spread in nature and are produced by bacteria, moulds, yeast, insects, nematodes and protozoa. For example bacteria like *Bacillus* species, *Clostridium* species, moulds like *Aspergillus* species, *Penicillium* species, yeasts like *Saccharomyces*, *Candida* etc produce pectolytic enzymes. Microbial pectolysis is important in plant pathogenesis, symbiosis and decomposition of plant deposits. Pectolytic enzymes are industrial used in the clarification of fruit juice, in textile industries, degumming of plant fibers, retting of plant fibers, pretreatment of pectic waste waters, coffee and tea fermentation, poultry feed, purification of plant viruses, oil extraction. Pectinolytic enzymes play an important

Rezumat Extracția sucurilor din fructe și legume poate fi îmbunătățită prin tratarea materiei prime cu enzime pectolitice de origine fungică. În cercetările efectuate a fost obținut un preparat enzimatic pectolitic dintr-o tulpină de *Aspergillus niger* dezvoltată pe un mediu de cultură cu țărâțe de grâu timp de 5 zile la 30°C. Enzima a fost testată la obținerea sucului din mere, portocale, kiwi, struguri, morcovi, țelină, sfeclă roșie înregistrându-se pentru probele tratate valori considerabil mai mari atât în cazul volumului de suc rezultat cât și pentru valoarea SU% în filtrat și al gradului de limpezire față de probele netratate.

Cuvinte cheie: enzime pectolitice, *Aspergillus*, sucuri, legume, fructe

INTRODUCERE

Pectina și alte substanțe pectice sunt polizaharide complexe din plante care contribuie la structura țesuturilor plantei ca parte a peretelui celular și componente ale lamelei mijlocii. Principalul constituent prezent în pectină este acidul D-galacturonic, forma macromoleculară cu legături α -1,4 glicozidice. Grupările carboxil uronidice sunt esterificate 60-90% cu metanol. În lanțul principal uronidic pot fi inserate unități de ramnoză, la care se pot lega arabinan, galactan sau arabinogalactan [1, 4, 7].

Pectinazele sunt un grup de diferite enzime care contribuie la hidroliza pectinei, polizaharid structural din fructe și legume. Pectinoliza este unul din cele mai importante procese pentru plante deoarece participă la elongarea celulei și creșterea precum și la maturarea fructelor.

Exista 4 grupe majore de enzime pectolitice. Acestea sunt: 1. Pectin metil esterazele (PME) (poli metoxigalacturonid liaze); 2. Poligalacturonazele (PG) (poli 1,4- α -D-galacturonid glucano hidrolaze); 3. Pectin liazele (PL), (pectin depolimeraze); 4. Pectat (acid pectic) liazele. Pectin esteraza are capacitatea de a de-esterifica pectina prin îndepărtarea radicalilor metoxil. Pectin depolimerazele rup cu ușurință lanțul principal de pectină și au fost mai târziu clasificate în poligalacturonaze (PG) și pectin liaze (PL) [7, 8].

Enzimele pectolitice au o largă răspândire în natură și sunt produse de bacterii, mucegaiuri, drojdii, insecte, nematode și protozoare. De exemplu bacterii ca speciile de *Bacillus*, *Clostridium*, mucegaiuri ca *Aspergillus* și *Penicillium*, drojdii ca *Saccharomyces* și *Candida* produc enzime pectolitice. Acțiunea pectinolică a microorganismelor este importantă în patogeneza plantelor, simbioză și în descompunerea deșeurilor vegetale. Enzimele pectolitice sunt utilizate industrial pentru limpezirea sucurilor de fructe, în industria textilă, în degumarea fibrelor textile, topirea industrială a fibrelor vegetale, pretratamentul apelor uzate conținând deșeuri cu pectină, fermentarea boabelor de cafea și a ceaiului, hrana puilor, purificarea virusurilor plantelor, extracția uleiului. Enzimele pectolitice

role in food technology, mainly in the processing of fruit juices and wines. In the clarification of juice, these enzymes produce a rapid drop viscosity as well as the flocculation of the micelles, allowing these particles to be separated by sedimentation or filtration. These enzymes play an important role in maceration and solubilization of fruit pulps and in clarification.

Aspergillus niger is used for the industrial production of pectolytic enzymes. This fungus synthesizes polygalacturonases, polymethyl galacturonases, pectin lyases and pectin esterases [5,6].

MATERIALS AND METHODS

Microbial strain

An *Aspergillus niger* strain from microbiology laboratory collection of the Faculty of Biotechnical Systems Engineering was used for pectolytic enzymes synthesis. Fungal strain is maintained by periodically passage technique on specific culture media and kept at 4°C.

Culture media

Two culture media were used for maintenance and cultivation of fungal strain: PDA (potato-dextrose-agar) and MEA (maltz-extract agar) in tubes or Petri dishes. Enzyme synthesis was achieved on wheat bran with humidity of about 50% in 1.5 litre Erlenmeyer flasks [2, 3].

The vegetal material

In order to test pectolytic enzyme activity, fruits and vegetables procured from the market have been used: oranges, kiwi, apples, grapes, carrots, celery, beetroot. They were peeled and chopped in a blender.

Pectolytic enzymes biosynthesis

Culture medium containing wheat bran and tap water was inoculated with 10 ml of the spore suspension (concentration 10^8 spores/ml, determined by microscopic count) and incubated for 5 days at 30°C with daily shaking. After full development and sporulation of fungal culture, the exoenzyme was extracted into tap water (extraction ratio 1 part culture: 3 parts water), and a few drops of Tween 80 have added for moistening the spores and optimizing extraction. The extraction was achieved at room temperature for 1 hour. The extract was filtered and sterilized through a 0.45 µm pore size membrane and used as such, but it can be concentrate by different techniques at temperatures below 50°C. Crude enzyme preparation are a transparent liquid, yellow color, with low microbial load.

Pectolytic activity analysis

The action of pectolytic enzyme analysis was performed for several samples of chopped vegetal material, in quantities of 100 grams in Berzelius beakers that have added 3 milliliters of enzyme preparation. The samples were maintained for an hour at room temperature and then filtered on a nylon canvas or pressed by hand. It was determined the volume of juice product, the percentage of dry substance to determine the sugar in the filtrate (with the refractometer) and the visible absorption spectrum was recorded in order to assess the degree of clarification and the extraction of pigments from vegetal material.

RESULTS

Morpho-colonial characterization of *Aspergillus niger* strain

On agar culture media, after 5 days of incubation at 30°C colonies of black color, sporulated, with radial striations, downy to powdery and creamy reverse appearance were developed. At room temperature (about 20°C) the

joacă un rol important în industria alimentară mai ales în prelucrarea sucurilor de fructe și în vinificație. În limpezirea sucurilor, aceste enzime produc o scădere rapidă a vâscozității ca și flocularea micelilor, permițând separarea prin sedimentare sau filtrare. Prin urmare, aceste enzime au un rol important în macerarea și solubilizarea pulpei de fructe și în limpezire.

Aspergillus niger este utilizat pentru producerea industrială a enzimelor pectolitice. Acest fung sintetizează poligalacturonaze, polimetil galacturonaze, pectin liaze și pectin esteraze [5,6].

MATERIALE ȘI METODE

Tulpina microbiană

Pentru biosinteza enzimelor pectolitice a fost utilizată o tulpină de *Aspergillus niger* din colecția laboratorului de microbiologie al Facultății de Ingineria Sistemelor Biotehnice. Tulpina fungică este întreținută prin tehnica pasajului periodic pe medii specifice și pastrată la 4°C.

Medii de cultură

Pentru întreținerea și cultivarea tulpinii fungice au fost utilizate 2 medii de cultură: PDA (potato-dextrose-agar) și MEA (maltz-extract-agar) în tuburi sau cutii Petri. Biosinteza enzimei s-a realizat pe un mediu cu tarâte de grâu cu umiditatea de aproximativ 50%, în flacoane Erlenmeyer de 1,5 litri [2, 3].

Materialul vegetal

Pentru testarea activității enzimelor pectolitice s-au utilizat fructe și legume procurate din piață: portocale, kiwi, mere, struguri, morcovi, țelină, sfeclă roșie. Acestea au fost curățate manual și mărunțite cu ajutorul unui blender.

Biosinteza enzimelor pectolitice

Mediul de cultură conținând țărâțe și apă de robinet a fost inoculat cu 10 ml suspensie de spori (concentrație 10^8 spori/ml determinată prin număratoare microscopică) și termostatat timp de 5 zile la 30°C, cu agitare zilnică. După dezvoltarea completă și sporularea culturii, exoenzima a fost extrasă în apă de robinet (raport de extracție 1 parte cultură: 3 părți apă), la care s-au adăugat și câteva picături de Tween 80 pentru umectarea sporilor și optimizarea extracției. Extracția a avut loc la temperatura camerei, timp de 2 ore. Extractul a fost filtrat și sterilizat pe un filtru cu pori de 0,45 micrometri și utilizat ca atare, dar poate fi concentrat prin diferite procedee la temperaturi mai mici de 50°C. Preparatul enzimatic brut se prezintă ca un lichid transparent, de culoare gălbuie, cu încărcătură microbiană redusă.

Analiza activității pectolitice

Testarea acțiunii enzimei pectolitice s-a efectuat pentru mai multe probe de material vegetal mărunțit, în cantități de 100 grame în pahare Berzelius, peste care s-au adăugat 3 mililitri de preparat enzimatic brut. Probele au fost menținute timp de o oră la temperatura camerei și apoi filtrate gravimetric pe o panză de nylon sau presate manual. S-a determinat volumul de suc rezultat, procentul de substanță uscată pentru determinarea zahărului din filtrat (refractometric) și s-a înregistrat spectrul de absorbție în vizibil pentru aprecierea gradului de limpezire și al extracției de pigmenți din materialul vegetal.

REZULTATE

Caracterizarea morfo-colonială a tulpinii de *Aspergillus niger*

Pe mediile de cultură agarizate, după 5 zile de termostatare la 30°C s-au dezvoltat colonii de culoare neagră, sporulate, cu striuri radiare, aspect pufos și revers crem. La temperatura camerei (aproximativ 20°C) sporularea

sporulation is incomplete and the growth rate is reduced.

On the fresh microscopic preparation thinner or thicker hyphae, with a diameter of between 11.2-18,0 μm , dark brown in color were observed. Conidiophores have at the end a vesicle around 100 μm diameter with radial strings of 10-15 conidiospores [2, 5].

este incompletă, iar viteza de creștere este redusă.

Pe preparatul microscopic proaspăt s-au observat hife mai subțiri sau mai groase, cu diametrul cuprins între 11,2-18,0 μm , de culoare brun închis. Conidioforii poartă la capăt câte o veziculă de aproximativ 100 μm pe care se află șiruri radiare de câte 10-15 conidiospori [2, 5].

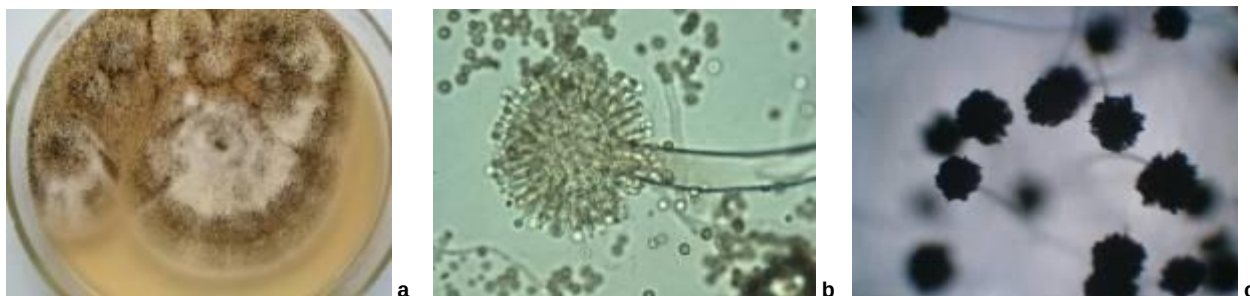


Fig. 1 – *Aspergillus niger* strain; a) colonies onto PDA medium; b, c) microscopic appearance / *Tulpina de Aspergillus niger* a) colonii pe mediul PDA; b,c) aspectul microscopic

Influence of the amount of the pectolytic enzyme on apple juice extraction

In order to test the pectolytic enzyme action, chopped apples in quantities of 100 g were subjected to enzymatic treatment for one hour at room temperature by adding different amounts of enzyme (non concentrated enzymatic crude product). The samples were numbered in ascending order depending on the volume of enzyme added: 0.1 ml; 0.5 ml; 1 ml; 1.5 ml; 2 ml; 3 ml.

Influența cantității de enzimă pectolitică asupra extracției sucului de mere

Pentru testarea activității enzimelor pectolitice merele mărunțite în cantități de câte 100 g au fost supuse tratamentului enzimatic timp de o oră la temperatura camerei prin adăugarea unor volume diferite de enzimă (preparat brut neconcentrat). Probele au fost numerotate în ordine crescătoare în funcție de volumul de enzimă adăugat: 0,1 ml; 0,5 ml; 1 ml; 1,5 ml; 2 ml; 3 ml.

Table 1 / Tabelul 1

The results of measurement of apple juice volume, dry matter and pH after enzymatic action / Rezultatele măsurării volumului de suc de mere, a substanței uscate și a pH-ului în urma acțiunii enzimatice

Sample/ Proba	Quantity of apples / Cantitate mere [g]	Volume of enzyme / Volum enzima [ml]	Volume of water / Volum apa [ml]	Volume of filtered apple juice / Volum suc filtrat [ml]	Volume of pressed apple juice / Volum suc presat [ml]	DM% / SU%	pH
Blank/blank	100	0	3	8.5/8,0	40.0/40,0	6.6/6,6	3
Sample 1 / proba 1	100	0.1/0,1	2.9/2,9	8.5/8,5	41.5/41,5	7.8/7,8	3
Sample 2 / proba 2	100	0.5/0,5	2.5/2,5	11.0/11,0	42.0/42,0	8.0/8,0	3
Sample 3 / proba 3	100	1	2	18.0/18,0	42.0/42,0	8.5/8,5	2.5/2,5
Sample 4 / proba 4	100	1.5/1,5	1.5/1,5	19.5/19,5	45.0/45,0	9.0/9,0	3
Sample 5 / proba 5	100	2	1	21.0/21,0	47.5/47,5	9.4/9,4	3.5/3,5
Sample 6 / proba 6	100	3	0	22.0/22,0	48.0/48,0	11.0/11,0	3.5/3,5

The obtained results demonstrated that a volume of 3 ml pectolytic enzyme preparation obtained from *A. niger* causes an increase of almost three times of the volume of juice obtained by filtration, with 20% for the juice obtained by pressing toward the blank to which was added only water. A significant increase can be observed in the case of sugar content determined with the refractometer in apple juice, which would considerably improve its quality.

Action of pectolytic enzyme from *Aspergillus niger* on vegetal material (fruit and vegetables)

100 g of each sample and 3 ml of crude enzyme preparation have been used (sample). For all the analysed samples, a blank was performed a blank, in which over chopped vegetal material 3 ml of water have been added. The volume of juice produced by filtration and by pressing, the soluble matter, the visible absorption spectra and the pH of the juice were determined.

Rezultatele înregistrate au demonstrat că un volum de 3 ml preparat enzimatic pectolitic obținut din *A. niger* determină o creștere a volumului de suc obținut prin filtrare de aproape 3 ori și a volumului de suc obținut prin presare cu 20% față de maritorul la care s-a adăugat numai apă. O creștere semnificativă se observă și în cazul conținutului de zahăr determinat refractometric în suc de mere, ceea ce ar îmbunătăți considerabil calitatea acestuia.

Acțiunea enzimelor pectolitice din *Aspergillus niger* asupra materialelor vegetale (fructe și legume)

S-au folosit câte 100 g din fiecare probă peste care s-au adăugat câte 3 ml de preparat enzimatic brut (proba). Pentru toate probele analizate s-a efectuat și un blank, în care peste materialul vegetal mărunțit au fost adăugați 3 ml apă. S-au determinat volumul de suc rezultat prin filtrare gravimetrică și prin presare, S.U.% solubilă, spectrele de absorbție în vizibil și pH-ul pentru suc obținut.

Table 2 / Tabelul 2

The influence of pectolytic enzyme on juice extraction/ *Influenta enzimei pectolitice asupra extraciei sucului*

No. crt. / Nr.crt	Vegetal material / Material vegetal	Volume of filtered juice / Volum suc filtrat [ml]	Volume of pressed juice / Volum suc presat [ml]	DM % ISU%	pH
Orange / Portocale					
1	Blank / Blank	30.0/30,0	20.5/20,5	9.4/9,4	3
2	Sample / Proba	37.0/37,0	22.0/22,0	12.8/12,8	3
Grapes / Struguri					
3	Blank / Blank	41.0/41,0	17.0/17,0	14.0/14,0	3
4	Sample / Proba	47.5/47,5	21.0/21,0	15.4/15,4	3
Kiwi / Kiwi					
5	Blank / Blank	21.5/21,5	7.5/7,5	9.6/9,6	3.5/3,5
6	Sample / Proba	23.5/23,5	8.0/8,0	11.0/11,0	3.5/3,5
Beetroot / Sfecla rosie					
7	Blank / Blank	8.0/8,0	41.0/41,0	2.8/2,8	5.5/5,5
8	Sample/Proba	11.5/11,5	42.0/42,0	3.0/3,0	5.5/5,5
Carrot / Morcovi					
9	Blank / Blank	3.1/3,1	46.0/46,0	5.4/5,4	6
10	Sample/Proba	4.0/4,0	48.0/48,0	5.8/5,8	6
Celery / Telina					
11	Blank / Blank	0	8.0/8,0	4.8/4,8	6
12	Sample/Proba	1.0/1,0	17.0/17,0	6.4/6,4	6

As can be seen from the results in the table, for each fruit or vegetable sample the volume of juice is higher after the addition of the enzyme. The best results were obtained for orange, grapes and celery filtered juice. In the case of the juice obtained by pressing, the best values are determined for celery: the increasing of juice volume was from 8 ml to 17 ml, so the volume was doubled. It is known that celery juice extraction is quite difficult. The values of soluble sugar in the filtrate are higher too in the treated samples. The best results of soluble matter in filtered juice are obtained for orange (9.4 ml to 12.8 ml) and for celery (4.8 ml to 6.4 ml). The pH values remained unchanged. The visible absorption spectra for 4 samples are illustrated in the figures below.

Aşa cum se poate observa din rezultatele din tabel, pentru fiecare probă de fructe sau legume, volumul de suc este mai mare după adaosul de enzimă. Cele mai bune rezultate au fost obținute pentru suc filtrat de portocale, struguri și țelină. În cazul sucului obținut prin presare, cele mai bune valori s-au determinat pentru țelină: creșterea volumului de suc a fost de la 8 la 17 ml, astfel încât volumul s-a dublat. Este cunoscut că extracția sucului de țelină este destul de dificilă. Valorile zahărului solubil în filtrat sunt de asemenea mai mari în probele tratate. Cele mai bune valori ale substanței solubile în suc filtrat sunt obținute pentru portocale (de la 9,4 ml la 12,8 ml) și pentru țelină (de la 4,8 ml la 6,4 ml). Valorile pH au rămas neschimbate. Spectrele de absorbție în vizibil pentru 4 probe sunt ilustrate în figurile de mai jos.

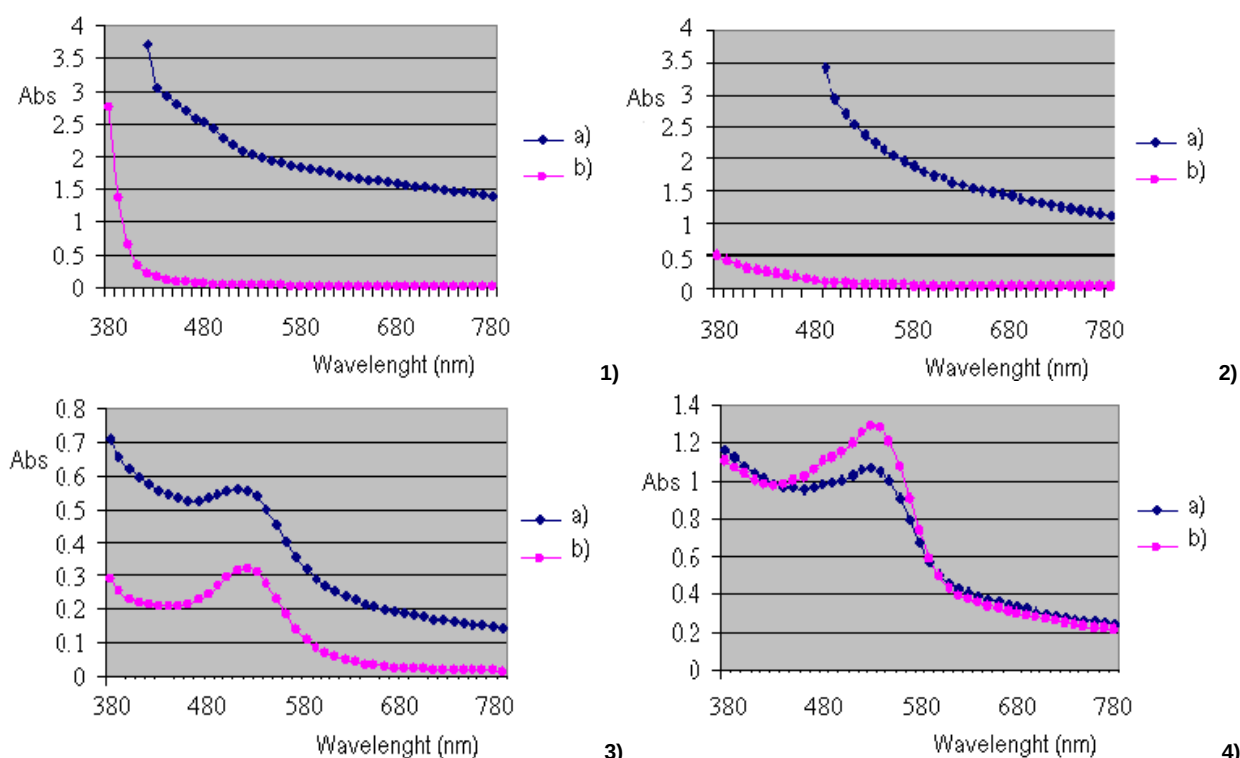


Fig. 2 - The visible absorption spectra for extracted juice of 1) orange; 2) apple; 3) grapes; 4) beetroot (a-blank; b-sample) / Spectrele de absorbție în vizibil pentru suc extras din 1) portocale; 2) mere; 3) struguri; 4) sfeclă roșie (a-blank; b-probă)

Except beetroot juice, for all other samples, the absorbance values for blank are higher than those of sample. This is due to the clarification of juice after pectolytic treatment.

For the beetroot juice (sample no.4), the blank values are lower because the main pigments, betacyanin and betaxanthin known as betalins are better extracted in enzymatic treated sample.

The aspect of orange and apple juice before and after pectolytic action is presented in figure below.

Cu excepția sucului de sfeclă, pentru toate celelalte probe, valorile absorbantei pentru blank sunt mai mari decât cele pentru probă. Acest lucru este datorat limpezirii sucului după tratamentul pectolitic.

Pentru sucul de sfeclă (proba nr.4), valorile blankului sunt mai mici deoarece principalii pigmenți din sfeclă, betacianina și betaxantina cunoscuți ca betalaina sunt mai bine extrasi în proba tratată enzimatic.

Aspectul sucului de portocale și mere înainte și după acțiunea pectolitică este prezentat în figura de mai jos.



Fig. 3 - a) The filtered orange juice in blank (left) and treated sample (right) and b) The influence of volume of added enzyme on chopped apple / a) *Sucul de portocale filtrat în blankr (stânga) și în proba tratată (dreapta) și b) Influența volumului de enzimă adăugată în merele tocate*

CONCLUSIONS

Pectolytic enzymes produced using an *Aspergillus niger* strain in the laboratory of Faculty of Biotechnical Systems Engineering show a great activity of hydrolysis on juice pectic compounds. The crude enzyme preparation was synthesized onto a wheat bran medium, after 5 days at 30°C. The enzyme action was tested in order to obtain larger quantities of fruit and vegetables juice.

It has been shown that the amount of obtained apple juice depends, as expected, from the amount of the enzyme added, being over 200% for the filtrated juice and of about 20% for the juice obtained by pressing.

The results demonstrated that the enzymatic treatment increases the volume of extracted juice, the sugar content and leads to better clarification.

REFERENCES

- [1]. Arunachalam C., Asha S. (2010)-*Pectinolytic Enzyme – A Review of New Studies*, Advanced Biotech Journal – Online, May 2010;
- [2]. Ferdeş, M. (2008) – *Microbiology*, Publishing House Printech, Bucharest;
- [3]. Ferdes M., Ungureanu C. (2009) - *Industrial Microbiology*, Publishing House Printech, Bucharest;
- [4]. Juwon A.D., Akinyosoye F. A. and Onifade A. (2012) - *Purification, Characterization and Application of Polygalacturonase from Aspergillus niger*, CSTRF Malaysian Journal of Microbiology, Vol 8(3) 2012, pp. 175-183;
- [5]. María Martos M., Baumann A., Cruz N., Hours R., Garro O. (2012) – *Partial characterization of enzymatic activities produced by a wild strain of A. niger*, Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 2012/13 : 2 (3) 917-932;
- [6]. Mojsov K., Ziberoski J., Bozinovic Z., Petreska M. (2011) - *Comparison of effects of three commercial pectolytic enzyme preparations in white winemaking*, Applied Technologies & Innovations, Volume 4, Issue 1,

CONCLUZII

Enzimele pectolitice produse utilizând o tulpină de *Aspergillus niger* în laboratorul Facultății de Ingineria Sistemelor Biotehnice demonstrează o bună activitate de hidroliză asupra compușilor pectici din suc. Preparatul enzimatic brut a fost sintetizat pe un mediu cu tărâte de grâu, după 5 zile la 30°C. Acțiunea enzimei a fost testată în scopul obținerii unei cantități mai mari de suc de fructe și legume.

S-a demonstrat că volumul de suc de mere obținut depinde, cum era de așteptat, de cantitatea de enzimă adăugată, creșterea fiind de peste 200% pentru sucul rezultat prin filtrare și de aproximativ 20% pentru sucul obținut prin presare.

Rezultatele au demonstrat că tratamentul enzimatic crește volumul de suc extras, conținutul de zahăr și determină o mai bună limpezire.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Arunachalam C., Asha S. (2010) - *Enzyme pectinolitice – Un review de studii recente*, Jurnalul de biotehnologii avansate – Online, Mai 2010;
- [2]. Ferdeș, M. (2008) – *Microbiologie*, Ed Printech, București;
- [3]. Ferdes M., Ungureanu C. (2009) – *Microbiologie Industrială*, Ed Printech, București;
- [4]. Juwon A.D., Akinyosoye F. A. and Onifade A. (2012) - *Purificarea, caracterizarea și aplicațiile poligalacturonazei din Aspergillus niger*, CSTRF Jurnalul malaezian de microbiologie, Vol 8(3) 2012, pp. 175-183;
- [5]. María Martos M., Baumann A., Cruz N., Hours R., Garro O. (2012) – *Caracterizarea parțială a activității enzimei produsă de o tulpină sălbatică de A. niger*, Jurnalul de microbiologie, biotehnologie și științe alimentare, 2012/13 : 2 (3) 917-932;
- [6]. Mojsov K., Ziberoski J., Bozinovic Z., Petreska M. (2011) – *Comparație între efectele a trei preparate enzimatice pectolitice comerciale în vinificație*, Tehnologii și inovații aplicate, Vol. 4 | Nr. 1, Aprilie 2011.

April 2011, pp. 34-38;

[7]. Naidu G.S.N., Panda T. (1998) – *Production of pectolytic enzymes – a review*, Bioprocess Engineering 19, 355-361 Ó Springer-Verlag;

[8]. Raghuwanshi S., Abhishek G., Arpita S., Dharmendra S., Rajeev N., Atit Kumar J., Bhanu P., Savitri V., Harshna S., Deepa D., Deepika B., Savita G. and Sarita T. (2013) - *Pectolytic enzyme and its global applications: A Review*, CMBT Journal of Science and Technology, Vol. 1, Issue, 1 March 2013. pg.1-9.

pp. 34-38

[7]. Naidu G.S.N., Panda T. (1998) – *Producerea enzimelor pectolitice – un review*, Ingineria bioprocесelor 19, 355-361, Ó Springer-Verlag;

[8]. Raghuwanshi S., Abhishek G., Arpita S., Dharmendra S., Rajeev N., Atit Kumar J., Bhanu P., Savitri V., Harshna S., Deepa D., Deepika B., Savita G. and Sarita T. (2013) - *Enzimele pectolitice și aplicațiile lor globale: un review*, CMBT Jurnalul de știință și tehnologie, Vol. 1, Nr. 1 Martie 2013. pg.1-9.

SECTION 4

FOOD INDUSTRY

BENDING-SHEARING PROPERTIES OF SOME ROSE FLOWER (*ROSA HYBRIDA* L.) VARIETIES

BAZI GÜL (*ROSA HYBRIDA* L.) ÇEŞİTLERİNİN EĞİLME-KESME ÖZELLİKLERİ

Ph.D. Kabas O.

Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya / Turkey

Tel: 090 242 429 73 31; E-mail: onderkabas@hotmail.com

Abstract: In this study, some engineering parameters such as strength and deformation were determined for stem of rose in five varieties. The experiments were conducted on samples selected from greenhouses of Batı Akdeniz agriculture research institute in Antalya and other five varieties from greenhouses of Antalya, Serik. Strength parameters consisted of maximum and bio yield force in shearing, shearing and bio yield stress, maximum energy in maximum force, maximum energy in bio yield point and modulus of elasticity. Deformation parameters are also maximum bio yield deformation and maximum breaking dilatation.

Keywords: rose, shearing force, bending force, harvest

INTRODUCTION

Growing flowers for cutting in the world began in the beginning of the 20th century and it has become an important commercial activity in many developed and developing countries, especially after the end of World War II. The most important producers of the European Union are Italy, Netherland and Spain. The countries of the European Union's produce 47 % of the total cut flower production in the world [1].

Turkey's external revenue from cut flowers alone was around USD 15 mill in 2003, and the major export markets were the UK, Japan, Russian Federation and Netherlands and the sector employs 300,000 people and exports to 52 countries, from the Americas to Japan. Antalya accounts for 65 percent of Turkey's cut flower production and exports \$50 million in cut flowers annually, according to figures [2].

Data on physical and mechanical properties of plants and plant products are critical information for the design of agricultural machines or automated equipment.

A review of the literature revealed no information on mechanical properties of ornamentals or floriculture crops. However, a lot of research has been conducted to find properties of other crops as well as factors which significantly affect the amount of this property.

Several works have been conducted to determine the mechanical properties of plants. A shear box method was used to measure shear strength of different varieties of tested forage materials singly. In two series of experiments, he found ranges of 25–88 MPa and 59–128 MPa, with maximum at moisture contents of 20 % w.b. and 35 % w.b. for the two sets of data [3]. The shape of the curves relating shear strength to moisture content were analogous to those found by Liljdall who investigated the specific energy required to cut beds of forage [4]. Kushwaha reported mean values of shear strength of wheat straw in the range of 8.6-13.0 GPa with some dependence on moisture content [5]. McRandal and McNulty conducted shearing experiments on field grasses and found that the mean shearing stress was 16 MPa and the mean shearing energy was 12.0 mJ.mm⁻² [6].

Özet: Bu çalışmada beş çeşit gül gövdesinin dayanım ve deformasyon gibi bazı mühendislik parametreleri belirlenmiştir. Denemeler Batı Akdeniz tarımsal araştırma enstitüsü seralarında yetiştirilen bir çeşit ve antalya, serik de bulunan seralardan seçilen beş çeşitle yürütülmüştür. Dayanım parametreleri maksimum ve akma noktasındaki kesme kuvveti, kesme akma dayanımı, maksimum kesme kuvvetindeki maksimum enerji, akma noktasındaki maksimum enerji ve alekstikiyet modülünü kapsamaktadır. Deformasyon parametreleri ise maksimum akma ve kesme noktasındaki deformasyondur.

Anahtar Kelimeler: gül, kesme kuvveti, eğilme kuvveti, hasat

GİRİŞ

Kesme çiçek yetiştiriciliği Dünyada 20. Yüzyılın başlarında başlamış ve özellikle II. Dünya savaşı sonunda birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için önemli bir ticari faaliyet olmuştur. İtalya, Hollanda ve İspanya Avrupanın en önemli yetiştiricileridir ve Avrupa birliği üreticileri toplam dünyada kesme çiçek üretiminin %47'sini karşılamaktadır [1].

2003 yılında Türkiyenin kesme çiçek ihracatında elde ettiği gelir yaklaşık 15 milyon dolardır ve Amerikadan japonyaya ihraç edilen bu sektörde 30000 kişi çalışmaktadır. Antalya da Türkiyenin kesme çiçek yetiştiriciliğinin %65 yapılmakta ve 50 milyon dolarlık ihracat gerçekleştirilmektedir [2]

Bitkiler ve bitkisel ürünler mekanik ve fiziksel özellikleri hakkındaki bilgiler tarımsal makinaların ve ekipmanların tasarımında oldukça önemlidir.

Yapılan literatur taramaları süs bitkileri veya çiçeklerin meknaik özellikleri hakkında fazla bir bilginin olmadığını ortaya çıkarmıştır. Bunun yanında bir çok araştırmacı diğer ürünlerin bu tip özelliklerinin belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yapmışlardır.

Bitkilerin mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Farklı tiplerdeki yabancı materyallerin kesme dirençlerinin belirlenmesinde kesme kutu yöntemini kullanılmıştır. İki seri denemeler sonucunda maksimum %20 ve 35 w.b nem düzeyinde kesme kuvvetlerinin sırasıyla 25–88 MPa ve 59–128 Mpa arsında değiştiğini bulmuştur [3]. Kesme dayanımı ile nem içeriği arasındaki ilişki otlakların kesilmesi için gerekli olan spesifik enerji üzerinde çalışan Liljdall et al. tarafından bulunmuştur [4]. Kushwaha buğday saplarının kesilme dayanımının nem içeriğine bağlı olarak 8.6-13.0 GPa arasında değiştiğini saptamıştır [5]. McRandal and McNulty çim sahalar üzerinde kesme deneyleri yürütmüş ve ortalama kesme gerilimini 16 Mpa ve kesme enerjisini ortalama 12.0 mJ.mm⁻² olarak bulmuşlardır [6]. Prasad and Gupta

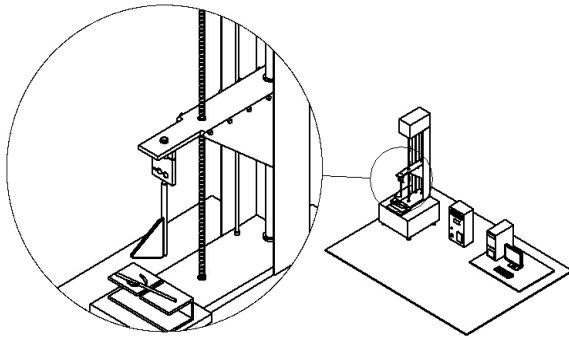
Prasada and Gupta found that the cross-sectional area and moisture content of the crop had a significant effect on the cutting energy and the maximum cutting force [7].

This study was carried out in determining strength parameters such as maximum force and bio yield force in shearing, shearing and bio yield stress, maximum energy in maximum force, maximum energy in bio yield point, modulus of elasticity and deformation parameters such as maximum bio yield deformation, maximum breaking dilatation of the rose stem in four varieties obtained data would be useful in designing and developing harvesting equipment for rose.

MATERIAL AND METHOD

Roses were grown following regular farmer practices and randomly harvested manually from greenhouses of Batı Akdeniz agriculture research institute in Antalya and other three varieties from greenhouses of Antalya, Serik in 2012. During cutting tests, samples were stored in plastic bags in a refrigerator to keep them from drying further.

All of the tests were done at the Biological Test Devices, Laboratory of Agriculture Machinery, Akdeniz University, Antalya, Turkey. While closed roses were harvested at moisture contents of 90.2 % (d.b.). In order to determine the variable of rose, cutting apparatus was used (Fig.1a). The cutting and bending system had three main components: a stable forced and moving platform (slot, knife), a driving unit and a strain-gauge load cell.



(1975) ürünün kesit alanı ve nem içeriğinin kesme enerjisi ve maksimum kesme kuvveti üzerine etkisinin önemli olduğunu saptamışlardır [7].

Bu çalışma beş farklı gül çeşidinin saplarının maksimum kuvvet, akma kuvveti, kesme ve akma gerilimi, akma ve kesme noktalarındaki maksimum enerji, elastikiyet modülü, akma ve kesme noktalarındaki deformasyon gibi dayanım ve deformasyon parametrelerinin belirlenmesi için yürütülmüştür elde edilen veriler hasat ekipmanlarının tasarımı ve geliştirilmesi kullanılması yararlı olacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Güller Batı Akdeniz Tarımsal enstitüsü ve antalya/serikte bulunan seralarda 2012 yılında çiftçi koşullarında yetiştirilmiş ve rastgele hasat edilmiştir. Kesme testleri boyunca örnekler plastik poşetlerde kurumanın önlenmesi için buzdolabında depolanmıştır.

Bütün testler Akdeniz üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları bölüm laboratuvarında bulunan biyolojik malzeme test cihazında yapılmıştır. Güller 90.2% d.b nem içeriğinde hasat edilmiştir. Gülün diğer değişkenlerinin belirlenmesi amacı ile kesme aparatı kullanılmıştır (Fig 1a). Kesme ve eğme sistemi taşıma platformu, güç ünitesi ve yürütme-load cell ünitesi olmak üzere 3 ana kısımdan meydana gelmektedir.

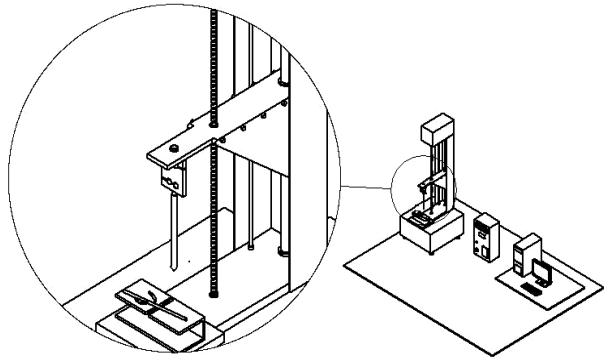


Fig. 1 - Computer-aided (a) cutting and (b) bending system's

In the present study, perpendicular cutting was employed, since most researchers have used this method to determine the cutting forces of biological materials [8], [9], [10].

The knife was loaded at the range of 30 mm min⁻¹ and, as for shear test, a strain-gauge load cell measured the applied force and a force-time record obtained up to the specimen failure. The shearing stress τ in MPa was calculated based on Eq. (1) and also reported by previous studies [11], [12], [13].

where, F_{smax} was the maximum shearing force of curve, N ; A was the wall area of the specimen at the failure cross-sections, mm². The knife displacement was computed and the forces versus displacement curves were plotted for each stem diameter.

Modulus of elasticity were determined with computer program the stems were arranged with major axis of the cross-sections in the horizontal plane and placed on the slot. A strain gage load cell measured the bending force and a force time record obtained up to the failure of the specimen (Fig. 1b).

Most specimens were slightly elliptical in cross-section

Yapılan çalışmada birçok araştırmacının biyolojik malzemenin kesme kuvvetinin belirlenmesinde kullandığı metot kullanılarak boyuna bir kesme yapılmıştır [8], [9], [10].

Kesme bacağı 30 mm min⁻¹'lik bir hızla hareket ettirilmiş ve yük hücresiyle uygulanan kuvveti ölçülmüş ve kuvvet-zaman kaydı elde edilmiştir. Kesme gerilmesi τ MPa olarak Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır ve ayrıca çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir [11], [12], [13].

$$\tau = F_{smax} / A \quad (1)$$

Burada, F_{smax} elde edilen eğimdeki maksimum kesme kuvveti, N ; A gül sapının kesit alan, mm² dir. Bacağın yer değiştirilmesi bilgisayar yardımı ile hesaplanmış ve her gövde çapı için kuvvete karşı yerdeğiştirme belirlenmiştir.

Elastikiyet modülün bilgisayar yazılımı ile belirlenmiştir. Yük hücresi ile eğilme kuvveti ölçülmüş ve kuvvet-zaman kaydı elde edilmiştir (Fig. 1b).

Eğilme momenti ana eksen boyunca Eşitlik 2'de

and second moment of area in bending about a major axis (I_b) was calculated based on equation (Eq. (2)), [14]:

verilen formül yardımı ile hesaplanmıştır [14]:

$$I_b = \pi/4 [ab^3 - (a-t)(b-t)^3] \quad (2)$$

Where “a” is the semi major axis of the cross-section in mm, “b” is the semi minor axis of the cross-section in mm and “t” is the mean wall thickness in mm. Modulus of elasticity was assessed using a three-point bending test similar to those described by previous studies (Fig. 1b)[11](Mohsenin 1970).

The modulus of elasticity, E , was calculated from the expression obtained for a simply supported beam located at its center (Eq. (3)), [10], [15].

Burada, “a” kesit alanının uzun eksen, mm, “b” kesit alanının kısa eksen ve “t” ortalama kalınlık mm’dir. Elastikiyet modülü daha önceki çalışmalarda belirtildiği gibi 3 nokta eğilme testi kullanılarak belirlenmiştir (Fig. 1b) (Mohsenin 1970).

Elastikiyet modülü, E , eşitlik 3 de verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır [10], [15].

$$E = F_b l^3 / 48 \delta I_b \quad (3)$$

where, F_b was the applied load, N; l was the distance between the metal supports, mm; δ was the deflection at the specimen center, mm; and I_b the second moment of area, in mm^4 .

A sample force-displacement curve of the rose stem was similar to that for straight cut against a counter shear reported (Fig. 2) [10]. The curve illustrated three sections: A, B and C, representing compression only, compression and cutting and cutting only, respectively. In section A, the force increased from zero at the moment of initial contact between the knife and the stem, and then decreased due to the failure in stem structure (collapse of the hollow core). The compression continued in section B along with cutting as the knife moved. When the force reached its peak, pure cutting took place in section C and the force dropped as the cutting was completed.

Burada, F_b uygulanan yük, N; l destekler arasındaki mesafe, mm; δ örnek merkezindeki sapma, mm ve I_b eğilme momenti mm^4 ’dür.

Gül sapının Kuvvet-deformasyon eğrisi düzgün kesme de edilen eğimle benzerlik göstermektedir [10]. Eğri A, B, C sırasıyla sıkıştırma, sıkıştırma ve kesme ve sadece kesme olarak 3 bölge ye ayrılmıştır. A bölgesinde bıçak ve gövde arasındaki ilk temasta kuvvet sıfır noktasından artmaya başlar daha sonra gövde yapısı nedeniyle azalır. Bıçağın hareketiyle birlikte kesme işlemiyle sıkıştırma B bölgesinde devam eder. Kuvvet en üst noktaya ulaştığı zaman, C bölgesinde kesme gerçekleşir ve kuvvet kesme işleminin tamamlanmasıyla düşer.

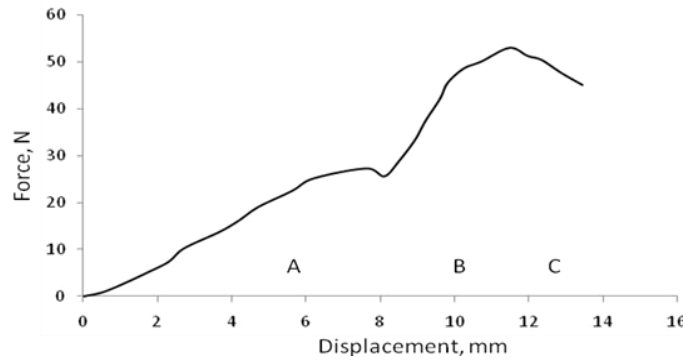


Fig. 2 - The force-deformation curve of rose stem / Gül sapının kuvvet-deformasyon eğrisi

The bio yield forces, bio yield stress, bio yield deformation and maximum breaking dilatation were calculated by using the force curves [9], [12], [13], [16]. Maximum energy in maximum force and maximum energy in bio yield point were calculated as the area (evaluated by numerical integration) beneath the entire force displacement. Maximum breaking dilatation is described as the rate of the total dilation to first length of the rose stalks. Bio yield deformation and maximum breaking dilatation were calculated by using computer program.

RESULT AND DISCUSSION

The initial moisture content of the samples was 90.2% (d.b.). The results with respect to mechanical characteristics of rose varieties together with statistical analysis are presented Tables 1 and 2. It was found that, except breaking dilatation and bioyield deformation, shearing force, bending force, shearing stress, bending stress, energy in bio yield point, and energy in shear point were statistically different at $P < 0.001$ whereas bioyield force and bioyield stress were statistically different at $P < 0.05$ (Table 1). The highest shearing force, bio yield force, shearing stress, energy in bio yield point, and energy in shear point were obtained in variety 4, the highest bioyield stress, bending force and bending stress were obtained in variety 2 (Table 2).

Akma kuvveti, acme gerilimi, akma deformasyonu ve maksimum deformasyon kuvvet-deformasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır [9], [12], [13], [16]. Maksimum kuvvetteki maksimum enerji ve akma noktasındaki maksimum enerji kuvvet-deformasyon eğrisinin altında kalan alan yardımı ile hesaplanmıştır. Maksimum deformasyon toplam uzamanın gül gövdesinin ilk uzunluğuna oranı olarak tarif edilmiştir. Akma deformasyon ve maksimum deformasyon bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Örneklerin başlangıç nemi 90.2% d.b olarak bulunmuştur. Denemeler sonucunda elde edilen sonuçlar istatistiksel analizle birlikte Tablo 1 ve 2’de verilmiştir. Maksimum deformasyon ve akma noktasındaki deformasyon sonuçları dışında, kesme kuvveti, eğilme kuvveti, kesme gerilimi, eğilme gerilimi, akma noktasındaki enerji ve kesme noktasındaki enerji sonuçları $P < 0.001$ önem seviyesinde, akma noktasındaki kuvvet ve akma noktasındaki gerilim ise $P < 0.05$ istatistiksel olarak farklılık gösterdiği bulunmuştur (Tablo 1). En yüksek kesme kuvveti, akma kuvveti, kesme gerilimi, akma noktasındaki kesme enerji değeri ve kesme noktasındaki enerji değeri çeşit 4 de, en yüksek akma gerilimi, eğilme kuvveti ve eğilme gerilimi çeşit 2 de saptanmıştır.

Table 1 / Tablo 1

Variance analyzes results for rose varieties /
Gül çeşitlerinin varyans analiz sonuçları

Source of variation / Varyasyon kaynağı	Characteristics (variable)										
	d.f.	Shearing force / Kesme kuvvti (N)	Bio yield force / Akma kuvveti [N]	Bending force / Eğilme kuvveti [N]	Shearing stress / Kesme gerilimi [MPa]	Bio yield stress / Akma gerilimi [MPa]	Bending Stress / Eğilme gerilimi [MPa]	Energy in bioyield point / Akma noktasında enerji [J]	Energy in shear point / Kesme noktasında enerji [J]	Breaking dilatation / Maksimum deformasyon [mm]	Bio yield def. / Akma deformasyonu [mm]
Replication / Tekerrür	9										
Varieties (V) / Çeşit	5	***	*	***	***	*	***	***	***	N.S.	N.S.
Error (V) / Hata	45										
Total / Toplam	59										

N.S.: Not significant

* Sinificant at P<0,05

*** Sinificant at P<0,001

Table 2 / Tablo 2

The average values of mechanical characteristics for rose stem /
Gül sapının mekanik özelliklerinin ortalama değerleri

Mechanical Characteristics	Variety 1/Çeşit 1	Variety 2/Çeşit 2	Variety 3/Çeşit 3	Variety 4/Çeşit 4	Variety 5/Çeşit 5
Shearing force (N)/Kesme kuvveti	73.45 c*	85.74 b	83.11 b	104.62 a	68.78 c
Bio yield force (N)/Akma kuvveti	47.94 b	69.84 a	53.93 b	70.55 a	44.51 b
Bending force (N)/Eğilme kuvveti	15.81 b	19.47 a	16.23 b	18.71 a	14.60 b
Shearing stress (MPa)/Kesme gerilimi	8.37 b	10.29 ab	10.05 ab	11.41 a	9.77 ab
Bio yield stress (MPa)/Akma gerilimi	4.62 b	7.87 a	5.57 ab	7.22 ab	4.88 ab
Bending Stress (MPa)/Eğilme gerilimi	1.92 b	4.71 a	2.23 b	3.39 ab	3.32 ab
Energy in bio yield point (J)/Akma enerjisi	70.62 c	140.34 ab	119.70 b	163.46 a	52.57 b
Energy in shear point (J)/Kesme enerjisi	200.36 c	324.19 a	272.25 b	326.49 a	183.64 c
Breaking dilatation (mm)/Maksimum deformasyon	11.85	11.23	11.84	12.04	11.76
Bio yield deformation (mm)/Akma deformasyon	6.99	7.08	7.57	7.16	6.95

*Different letters show different means according to Duncan test results at 5 % confidence interval.

As can be seen in Table 2, average values for shearing force were 73.45, 85.74, 73.11, 104.62 and 68.78 N and average value of bending force were 15.81, 19.47, 16.23, 18.71 and 14.60 N for varieties of 1,2,3,4 and 5 respectively. The maximum value of energy in shear point was 326.49 J for variety 4 stems, among the five varieties investigated and the minimum value was 183.64 J for variety 5.

The maximum value of shearing and bioyield force was 104,62 N and 70.55 N for variety 4 stems, among the five varieties investigated and the minimum value was 68.78 N and 44.51 N for variety 5 but the maximum value of bending force (19.47 N) was obtained at variety 5 and the minimum value of its (14.60 N) was obtained at variety 5. The highest shearin stress (11.41 MPa) were obtained at variety 4 and highest bioyield and bending stress (7.87 and 4.71 MPa) were obtained at variety 2. The lowest shearing, bioyield and bending stress (8.37, 4.62 and 1.92 MPa, respectively) were found at variety 1.

The highest breaking dilatation (12.04 mm) was

Tablo 2 de görüldüğü gibi sırasıyla çeşit 1,2,3,4 ve 5 için ortalama kesme kuvveti değerleri 73.45, 85.74, 73.11, 104.62 ve 68.78 N ve ortalama eğilme kuvvetleri 15.81, 19.47, 16.23, 18.71 and 14.60 N olarak saptanmıştır. Beş çeşit arasında kesme noktasındaki maksimum enerji değeri 326.49 J çeşit 4 de, minimum enerji değeri ise 183.64 J olarak çeşit 5 de bulunmuştur.

Denemeye alınan beş çeşit arasında maksimum kesme ve akma kuvveti değerleri 104,62 N ve 70.55 N olarak çeşit 4 de, minimum değerler ise 68.78 N ve 44.51 N olarak çeşit 5 te fakat maksimum eğilme kuvveti (19.47 N) çeşit 2 de, minimum değeri (14.60 N) olarak çeşit 5 de saptanmıştır. Sırası ile en yüksek kesme gerilmesi (11.41 MPa) çeşit 4'de, en yüksek akma, eğilme gerilimi (7.87 ve 4.71 MPa) olarak çeşit 2 de saptanmıştır. En düşük kesme, akma ve eğilme gerilimi sırasıyla (8.37, 4.62 and 1.92 MPa) olarak çeşit 1 de saptanmıştır.

En yüksek maksimum deformasyon (12.04 mm) olarak

obtained for variety 4 while the lowest (11.23 mm) was for the variety 2 and the highest bioyield deformation (7.57 mm) was obtained for variety 3 while the lowest (6.95 mm) was for variety 5.

CONCLUSIONS

The highest shearing force, bio yield force, shearing stress, energy in bio yield point, and energy in shear point were obtained in variety 4.

The highest bioyield stress, bending force and bending stress were obtained in variety 2.

Average values for shearing force were 73.45, 85.74, 73.11, 104.62 and 68.78 N and average value of bending force were 15.81, 19.47, 16.23, 18.71 and 14.60 N for varieties of 1,2,3,4 and 5 respectively.

The maximum value of bending force (19.47 N) was obtained at variety 5 and the minimum value of its (14.60 N) was obtained at variety 5.

The highest shear stress (11.41 MPa) were obtained at variety 4 and highest bioyield and bending stress (7.87 and 4.71 MPa) were obtained at variety 2.

REFERENCES

- [1]. AIPH (2007) - *International statistics flowers and plants*, Volume 55, Ed. by Florian Heinrichs, Belgium;
- [2]. AIB (2010) - *Cut flower export report*, Republic of Turkey Prime Ministry, Undersecretariat for Foreign Trade Antalya Exporter Union. Antalya, Turkey;
- [3]. Dernerde W. (1970) - *Die technologischen eigenschaften von gras und deren einfluss den schneidvorgang (Technological properties of grass and their influence on the cutting process)*, "Zerkleinern Von Halmfutter" LandbForsch- Völknerode. Sondern, 8, 53–57;
- [4]. Liljedhal J.B., Jackson G.L., Graff R.P., Schroeder M.E (1961) - *Measurement of shearing energy*. Agricultural Engineering, 42, 298–301;
- [5]. Kushwaha R. L., Vashnav A. S., Zoerb G. C. (1983) - *Shear strength of wheat straw*. Can. Agric. Eng. 25(2),133-142;
- [6]. Mcrandal D.M., McNulty P. B. (1980) - *Mechanical and physical properties of grasses*. Trans. ASAE. 23(4), 816-821;
- [7]. Prasada J., Gupta C. B. (1975) - *Mechanical properties of maize stalks as related to harvesting*. J.Agric. Eng. Res. 20(1), 79-87;
- [8]. Khazaei J, Rabani H., Golbabaei F. (2002) - *Determining the shear strength and picking force of pyrethrum flower*. Iranian J. Agric. Sci. 33(3), 433-444;
- [9]. Ince A., Ugurluay S., Guzel E., Ozcan M. T. (2005) - *Bending and shearing characteristics of sunflower stalk residue*. Biosystems Eng. 92(2), 175-181;
- [10]. Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R. P., Buckmaster D. R. (2006) - *Engineering principles of agricultural machines*. 2nd ed. ASABE, St. Joseph, MI;
- [11]. Mohsenin N.N. (1970) - *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Sci., New York, USA;
- [12]. Chen Y, Louis J., Gratton L. J. (2004) - *Power requirements of hemp cutting and conditioning*. Biosys. Eng. 87(4), 417-424;
- [13]. Galedar M. N, Tabatabaeefer A., Jafari A., Sharifi A., Rafiee S. (2008) - *Bending and shearing characteristic of Alfalfa stalks*. Agricultural Engineering International the CIGR Journal, Manuscript FP 08 001. Vol. X;
- [14]. Crook M. J., Ennos A. R. (1994) - *Stalk and root*

çeşit 4 deyken, en düşük maksimum deformasyon (11.23 mm) olarak çeşit 2 de bulunmuştur ve en yüksek akma noktasındaki deformasyon (7.57 mm) olarak çeşit 4 de, en düşük değeri ise (6.95 mm) olarak çeşit 5 de hesaplanmıştır.

SONUÇLAR

En yüksek kesme kuvveti, akma kuvveti, kesme gerilimi, akma noktasındaki kesme enerji değeri ve kesme noktasındaki enerji değeri çeşit 4 de belirlenmiştir.

En yüksek akma gerilimi, eğilme kuvveti ve eğilme gerilimi çeşit 2 de saptanmıştır.

Sırasıyla çeşit 1,2,3,4 ve 5 için ortalama kesme kuvveti değerleri 73.45, 85.74, 73.11, 104.62 ve 68.78 N ve ortalama eğilme kuvvetleri 15.81, 19.47, 16.23, 18.71 and 14.60 N olarak saptanmıştır.

Maksimum eğilme kuvveti (19.47 N) çeşit 2 de, minimum değeri (14.60 N) olarak çeşit 5 de saptanmıştır.

Sırası ile en yüksek kesme gerilmesi (11.41 MPa) çeşit 4'de, en yüksek akma, eğilme gerilimi (7.87 ve 4.71 MPa) olarak çeşit 2 de saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1]. AIPH (2007) - *Bitki ve çiçek uluslararası istatistikleri*. Volume 55, Ed. by Florian Heinrichs, Belgium;
- [2]. AIB (2010) - *Kesme çiçekçilik ihracat raporları*, Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlığı, Republic of Turkey Prime Ministry, Undersecretariat for Foreign Trade Antalya Exporter Union. Antalya, Türkiye;
- [3]. Dernerde W. (1970) - *Çimin teknolojik özellikleri ve kesme işlemi üzerine etkileri. Die technologischen eigenschaften von gras und deren einfluss den schneidvorgang; "Zerkleinern Von Halmfutter" LandbForsch- Völknerode. Sondern, 8, 53–57;*
- [4]. Liljedhal J.B., Jackson G.L., Graff R.P., Schroeder M.E (1961) - *Kesme enerjisinin ölçülmesi*. Agricultural Engineering, 42, 298–301;
- [5]. Kushwaha R. L., Vashnav A. S., Zoerb G. C. (1983) - *Buğday sapının kesme dayanımı*. Can. Agric. Eng. 25(2), 133-142;
- [6]. Mcrandal D.M., McNulty P. B. (1980) - *Çimlerin mekanik ve fiziksel özellikleri*. Trans. ASAE. 23(4), 816-821;
- [7]. Prasada J., Gupta C. B. (1975) - *Mısır sapının hasat ile ilgili mekanik özellikleri*. J.Agric. Eng. Res. 20(1), 79-87;
- [8]. Khazaei J, Rabani H., Golbabaei F. (2002) - *Nezleotunun kopma ve kesme dayanımının belirlenmesi*. Iranian J. Agric. Sci. 33(3), 433-444;
- [9]. Ince A., Ugurluay S., Guzel E., Ozcan M. T. (2005) - *Ayçiçeği sap atıklarının eğilme ve kesme karakteristikleri*. Biosystems Eng. 92(2), 175-181;
- [10]. Srivastava, A. K., Goering C. E., Rohrbach R. P., Buckmaster, D. R. (2006) - *Tarımsal makinaların mühendislik prensipleri*. 2nd ed. ASABE, St. Joseph, MI.;
- [11]. Mohsenin N.N. (1970) - *Bitkisel ve hayvansal materyallerin fiziksel özellikleri*. Gordon and Breach Sci., New York, USA;
- [12]. Chen Y, Louis J., Gratton L. J. (2004) - *Haşhaş sapının kesilmesi için gerekli olan güç gereksinimi*. Biosys. Eng. 87(4), 417-424;
- [13]. Galedar M. N, Tabatabaeefer A., Jafari A., Sharifi A., Rafiee S. (2008) - *Alfalfa sapının eğilme ve kesme karakteristikleri*. Agricultural Engineering International the CIGR Journal, Manuscript FP 08 001. Vol. X;
- [14]. Crook M. J., Ennos A. R. (1994) - *Çeşitli tip*

characteristics associated what lodging resistance in poor winter wheat cultivars. J. Agric. Sci. 126, 167–174;
[15]. Gere, J. M., Timoshenko S. P. (1997) - Mechanics of Materials. 4th ed. PWS Publishing Company, Boston, USA;
[16]. Chattopadhyay P. S., Pandey K. P. (1999)- Mechanical properties of sorghum stalk in relation to deformation. J. Agric. Eng. Res. 73, 199–206;

buğdaylarda Kış koşullarında sap ve kök dayanımı. J. Agric. Sci. 126, 167–174;
[15]. Gere J. M., Timoshenko S. P. (1997) - Materyallerin mekaniği. 4th ed. PWS Publishing Company, Boston, USA;
[16]. Chattopadhyay P. S., Pandey K. P. (1999) - Sorgum sapının quasi-static deformasyonla ilgili mekanik özellikleri. J. Agric. Eng. Res. 73, 199–206;

DEVELOPMENT DIRECTIONS REGULATING THE PESTICIDES SUSTAINABLE USE AT NATIONAL AND EUROPEAN LEVEL

DIRECTII DE EVOLUTIE IN REGLEMENTAREA UTILIZARII DURABILE A PESTICIDELOR LA NIVEL EUROPEAN SI NATIONAL

PhD. Stud. Eng. Nagy E.M.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Coța C.¹⁾, PhD. Eng. Cioica N.¹⁾, PhD. Eng. Ranta O.²⁾,
PhD. Stud. Eng. Toderaș P.¹⁾

¹⁾INMA Bucharest / Romania; ²⁾USAMV Cluj-Napoca / Romania
Tel/fax: 0264-418162, nagy@inma.ro

Abstract: Having in view the impact of pesticides used in agriculture on environment and human health, the European Parliament aims to continuously update the regulations on pesticides and their enforcement. Current European regulations contribute to a high level of awareness regarding the pesticides spraying and leads to equalization of assessment criteria for spraying systems in terms of operator safety, environment protection and phytosanitary treatments.

Keywords: pesticide, spraying, regulations, sustainable agriculture

INTRODUCTION

Along with the 6-th Environment Program (2001-2010) also named „Our choice, our future”[1], the concept of „product integrated policy” is emphasized, promoting environmental-friendly products as result of some „environmental-friendly” processes.. By this program, the European Parliament and Council recognize the necessity of continuously reducing pesticides impact on environment and human health, but without diminishing the crops phytosanitary protection. Therefore, in 2006 was established the „Thematical strategy regarding the pesticides sustainable use” which contains measures of economic, social, environment and human health impact. At the same time, the framework proposal of Directive on pesticides sustainable use was ensured, aiming to complete the legislation existing in the field. Directive refers to pesticides applying stage and establishes the minimum requirements for using them in European Union so that the environment and human health risks be diminished.

European regulations implementation at national level takes into consideration the existing conditions and each member state experience, the necessary procedures being drawn up according to subsidiarity principle.

In this context, the paper will present the current state and law prospects referring to pesticides sustainable use, focusing on relevant equipment.

MATERIALS AND METHOD

Regulations existing at European level in pesticides sustainable use are concretized in directives and standards, such as:

- Directive 2006/42/CE („Machinery”) regarding the technical equipment and amendments to Directive 95/16/CE;
- Directiva 2009/127/CE amending Directive 2006/42/CE in terms of pesticide applying technical equipment;
- Directive 2009/128/CE of establishing the Community acting frame for a sustainable use of pesticides;
- ISO 4254-6:1995 Spraying equipment. Safety;
- EN 907:1997 Sprayers and liquid fertilizer distributors. Safety;

Rezumat: Datorita cresterii impactului pesticidelor utilizate in agricultura asupra mediului inconjurator si asupra sanatatii oamenilor Parlamentul European are in vedere actualizarea continua a legislatiei privind pesticidele si aplicarea acestora. Reglementarile europene actuale ajuta la asigurarea unui nivel ridicat al cunoasterii in domeniul aplicarii pesticidelor prin pulverizare si conduce la uniformizarea criteriilor de evaluare a sistemelor de pulverizare din punct de vedere al sigurantei operatorului, protectiei mediului si al calitatii tratamentelor fito-sanitare.

Cuvinte cheie: pesticid, pulverizare, reglementari, agricultura durabila

INTRODUCERE

O data cu cel de al 6-lea Program de actiune in domeniul mediului inconjurator (2001-2010), numit si „Alegerea noastra, viitorul nostru”[1], se pune accentul pe conceptul de „politica integrata a produsului” care promoveaza produsele ecologice ca si rezultate ale unor procese „prietenoase pentru mediul inconjurator”. Prin acest program de actiune Parlamentul European si Consiliul recunosc necesitatea reducerii continue a impactului pesticidelor asupra mediului si sanatatii umane, inasa fara diminuarea protectiei fito-sanitare a culturilor. In acest scop s-a elaborat, in 2006, „Strategia tematica privind utilizarea durabila a pesticidelor” ce contine masuri cu impact economic, social, de mediu si asupra sanatatii umane. Odata cu adoptarea Strategiei a fost adoptata si propunerea cadru a Directivei privind utilizarea durabila a pesticidelor care urmareste completarea legislatiei existente in domeniu. Directiva se refera la etapa de aplicare a pesticidelor si stabileste cerintele minime pentru utilizarea acestora in Uniune astfel incat sa se reduca riscurile pentru mediu si sanatatea umana.

Implementarea la nivel national a reglementarilor europene ia in considerare conditiile existente si propria experienta a fiecarui stat membru, procedurile necesare fiind elaborate in concordanta cu principiul subsidiaritatii.

In acest context lucrarea prezinta situatia actuala si perspectivele din domeniul legislativ referitor la utilizarea durabila a pesticidelor, cu accent pe reglementarile privind echipamentele pentru aplicarea pesticidelor.

MATERIALE ȘI METODA

Reglementarile existente la nivel european in domeniul utilizarii durabile a pesticidelor se concretizeaza in directive si standarde, cum sunt:

- Directiva 2006/42/CE („Masini”) privind echipamentele tehnice si de modificare a directivei 95/16/CE;
- Directiva 2009/127/CE de modificare a Directivei 2006/42/CE in ceea ce priveste echipamentele tehnice de aplicare a pesticidelor;
- Directiva 2009/128/CE de stabilire a unui cadru de actiune comunitara in vederea utilizarii durabile a pesticidelor;
- ISO 4254-6:1995 Echipamente de stropit. Siguranta;
- EN 907:1997 Masini de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi. Siguranta;

- EN ISO 4254-6:2009 Agricultural machines. Sprayers and liquid fertilizer distributors;
- EN 12761:2001 Sprayers and liquid fertilizer distributors. Environment protection;
- EN 13790:2003 Sprayers. Verification of sprayers in operation conditions.

European standards contribute to a high level of knowledge of phytosanitary treatments applying machines and leads to unitary evaluation criteria of their performances in terms of quality of works performed, operator safety and environment protection.

When adopting directives 2009/127 and 2009/128 a part of existing standards are replaced by new ones. In table 1 are shown European standards abrogated as a result of adopting new regulations concerning pesticides sustainable use, as well as new standards in force, at European level.

- EN ISO 4254-6:2009 Masini agricole. Masini de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi;
- EN 12761:2001 Masini de stropit si distribuit fertilizanti lichizi. Protectia mediului;
- EN 13790:2003 Masini de stropit. Verificarea masinilor de stropit in folosinta.

Standardele europene contribuie la un nivel ridicat de cunoastere al masinilor de aplicare a tratamentelor fito-sanitare si la conduce la criterii unitare de evaluare a performantelor acestora din punct de vedere al calitatii lucrarilor efectuate, al sigurantei operatorului si al protectiei mediului.

Odata cu adoptarea directivelor 2009/127 si 2009/128 o parte din standardele existente sunt inlocuite cu noi standarde. In tabelul 1 sunt prezentate standardele europene abrogate ca urmare a adoptarii noilor reglementari privind utilizarea durabila a pesticidelor, precum si noile standarde in vigoare, la nivel european.

Table 1 / Tabel 1

**European standards in the field of machines of applying phytosanitary treatments /
Standarde Europene in domeniul masinilor pentru aplicarea tratamentelor fito-sanitare**

Standard index / Indice Standard	Title / Titlu	Current state / Starea actuala	Main Directive/ observatii / Directiva de baza / observatii
ISO 4254-6:1995	Tractors and machinery for agriculture and forestry - Technical means for ensuring safety - Part 6: Equipment for crop protection / Tractoare si masini pentru agricultura si silvicultura – Mijloace tehnice pentru asigurarea securitatii - Partea 6: Echipament pentru protectia culturilor	Withdrawn/replaced / Retras/inlocuit	
EN 907:1997	Agricultural and forestry machinery. Sprayers and liquid fertilizer distributors. Safety / Masini agricole si forestiere. Masini de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi. Siguranta	Withdrawn/replaced / Retras/inlocuit	
EN ISO 4254-6:2009	Agricultural machinery. Safety. Sprayers and liquid fertilizer distributors / Masini agricole. Securitate. Masini de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi	Current / Actual	D 2006/42/CE replaces EN 907:1997 / D 2006/42/CE înlocuieste EN 907:1997
EN 12761-1:2001	Agricultural machinery. Sprayers and liquid fertilizer distributors. Environmental protection. General / Masini agricole. Masini de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi. Protectia mediului	Withdrawn/replaced / Retras/inlocuit	
EN 12761-2:2001	Agricultural machinery. Sprayers and liquid fertilizer distributors. Environmental protection. Field crop sprayers / Masini agricole. Masini de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi. Protectia mediului. Pulverizatoare pentru culturile de camp	Withdrawn/replaced / Retras/inlocuit	
EN 12761-3:2001	Agricultural and forestry machinery. Sprayers and liquid fertilizer distributors. Environmental protection. Air-assisted sprayers for bush and tree crops / Masini agricole. Masini de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi. Protectia mediului. Masini de stropit pe baza de aer pentru arbusti si pomicultura	Withdrawn/replaced / Retras/inlocuit	
EN 13790-1:2003	Agricultural machinery - Sprayers - Inspection of sprayers in use - Part 1: Field crop sprayers/Masini agricole. Inspectarea masinilor de stropit in lucru-Partea 1. Masini de stropit culturi de camp	Current / Actual	
EN 13790-2:2003	Agricultural machinery. Sprayers - Inspection of sprayers in use - Part 2: Air-assisted sprayers for bush and tree crops / Masini agricole. Inspectarea masinilor de stropit in lucru - Partea 2. Masini de stropit pe baza de aer pentru arbusti si pomicultura	Current / Actual	
EN ISO 16119-1:2013	Agricultural machinery. Environmental requirements for sprayers - Part 1: General (ISO 16119-1:2013) / Masini agricole. Cerinte de mediu pentru masinile de stropit - Partea 1. Generalități	Current / Actual	D 2006/42/CE replaces EN 12761-1:2001 / D 2006/42/CE înlocuieste EN 12761-1:2001
EN ISO 16119-2:2013	Agricultural and forestry machinery. Environmental requirements for sprayers - Part 2: Horizontal boom sprayers (ISO 16119-2:2013) / Masini agricole si forestiere. Cerinte de mediu pentru masinile de stropit-Partea 2. Masini de stropit cu rampa orizontala (ISO 16119-2:2013)	Current / Actual	D 2006/42/CE replaces EN 12761-2:2001 / D 2006/42/CE înlocuieste EN 12761-2:2001
EN ISO 16119-3:2013	Agricultural and forestry machinery. Environmental requirements for sprayers - Part 3: Sprayers for bush and tree crops (ISO 16119-3:2013) / Masini agricole si forestiere. Cerinte de mediu pentru masinile de stropit-Partea 3. Masini de stropit pentru arbusti si pomicultura(ISO 16119-3:2013)	Current / Actual	D 2006/42/CE replaces EN 12761-3:2001 / D 2006/42/CE înlocuieste EN 12761-3:2001

EN ISO 19932-1:2013	Equipment for crop protection - Knapsack sprayers - Part 1: Safety and environmental requirements (ISO 19932-1:2013) / Echipament pentru protectia culturilor- Masini de stropit Knapsack Partea 1. Cerinte de securitate si de mediu(ISO 19932-1:2013)	Current / Actual	D 2006/42/CE
EN ISO 19932-2:2013	Equipment for crop protection - Knapsack sprayers - Part 2: Test methods (ISO 19932-2:2013 / Echipament pentru protectia culturilor- Masini de stropit Knapsack Partea 2. Metode de testare(ISO 19932-2:2013)	Current / Actual	D 2006/42/CE

Directive 2006/42/CE is the reviewed version of Directive „Machinery” adopted in 1998, and aims to harmonize the regulations referring to trading of technical equipment within EU, offering the consumers and workers the warranty of highest safety level [2]. Reviewed Directive clarifies and consolidates the provision of directive, aiming to improve its practical application. For assuring the uniform implementation of Directive 2006/42/CE on the whole territory of EU and for a correct interpretation, the Commission has elaborated a practising guide, approved in 2010, and which explains Directive concepts and requirements.

Directive 2009/127/CE is an ammendment at Directive 2006/42/CE which introduces the requirements referring to pesticides applying equipment. According to this ammendment pesticides applying equipment should be designed and manufactured so that they could diminish the pesticide spreading in environment [3].

Directive 2009/128/CE establishes the „frame for performing a sustainable use of pesticides by reducing risks and their effects on human health and environment and by promoting integrated management of pests and techniques or alternative approaches, such as pesticides non-chemical alternatives [4].

Developing a favourable framework for quality and certification of products, services and management systems, as well as creating the necessary premises for products/services according to EU regulations.

Implementation at national level

Increasing phytosanitary treatments spraying equipment mobility degree between Member States has imposed harmonization of national regulations to EU regulations.

Government decision no.1029 from September 2008 regarding the conditions of taking these machines to market transposes Directivae „Machinery”2006/42/CE in Romanian law, followed by H.G.517/May 2011 for modifying and completing H.G.1029/2008 which transposes Directive 2009/127/CE.

Directive 2009/128/CE is transposed to Romanian law by Emergency Order of Government no.34/2012 for establishing the institutional implementation for pesticides sustainable use in Romania, approved by Law no.63 from 21 March 2013.

The National Action Plan regarding the reduction of risks coming from plant protection products use according to art.4 from OUG 34/2012 has been elaborated. This plan was approved by Governmental Decision no.683 from 4 Sept.2013 and published in M.O.585 from 16 sept. 2013.

The National Action Plan represents the basis document regarding „continous improvement of utilization of plant protection products, being conceived for obtaining a diminished impact on consumers, users, pedestrians, as well as on aquatic and terrestrial ecosystems, also aiming to create an appropriate controlling system of pesticides in food, drinkble water and environment.”[7]. In this document are stipulated the quantirative objectives, measures and schedules for reducing pesticide use risks on human health and environment.

Directiva 2006/42/CE este versiunea revizuita a Directivei „Masini” adoptata in 1998, si urmareste armonizarea regulilor referitoare la comercializarea echipamentelor tehnice in cadrul UE, oferind garantia celui mai inalt nivel de siguranta pentru consumatori si lucratori [2]. Directiva revizuita clarifica si consolideaza dispozitiile directivei, urmarind imbunatatirea aplicarii practice a acesteia. Pentru a asigura aplicarea uniforma a Directivei 2006/42/CE pe intreg teritoriul UE si pentru o corecta interpretare a acesteia, Comisia a elaborat un ghid pentru punerea in aplicare, aprobat in 2010, si care explica conceptele si cerintele Directivei.

Directiva 2009/127/CE este un amendament al Directivei 2006/42/CE care introduce cerintele referitoare la echipamentele de aplicare a pesticidelor. Conform acestui amendament, echipamentele de aplicare a pesticidelor trebuie proiectate si fabricate astfel incat sa minimizeze dispersia neintentionata a pesticidelor in mediul inconjurator [3].

Directiva 2009/128/CE stabileste „cadru pentru realizarea unei utilizari durabile a pesticidelor prin reducerea riscurilor si a efectelor acestora asupra sanatatii umane si asupra mediului si prin promovarea utilizarii gestionarii integrate a daunatorilor si a unor tehnici sau abordari alternative, cum ar fi alternativele nechimice la pesticide”[4].

Dezvoltarea unui mediu favorabil in domeniul calitatii si certificarii produselor, serviciilor si sistemelor de management, precum si dezvoltarea cadrului necesar realizarii produselor / serviciilor in vederea alinierii la UE.

Implementarea la nivel national

Cresterea gradului de mobilitate al echipamentelor pentru aplicarea tratamentelor fito-sanitare prin pulverizare, intre Statele Membre impune armonizarea reglementarilor nationale in conformitate cu cele adoptate la nivelul Uniunii europene.

Hotararea Guvernului nr.1029 din septembrie 2008 privind conditiile introducerii pe piata a masinilor transpune in legislatia romaneasca Directiva „Masini”2006/42/CE, fiind urmata de H.G.517/mai 2011 pentru modificarea si completarea H.G.1029/2008 care transpune Directiva 2009/127/CE.

Directiva 2009/128/CE este transpusa in legislatia romaneasca de Ordonanta de Urgenta a Guvernului nr.34/2012 pentru stabilirea cadrului institutional de actiune in scopul utilizarii durabile a pesticidelor pe teritoriul Romaniei, aprobata prin Legea nr.63 din 21 martie 2013.

Conform art.4 din OUG 34/2012 s-a elaborat Planul National de Actiune privind diminuarea riscurilor asociate utilizarii produselor de protectie a plantelor, Plan aprobat prin Hotararea de Guvern nr.683 din 4 sept.2013 si publicat in M.O.585 din 16 sept.2013.

Planul National de Actiune reprezinta documentul de baza „privind imbunatatirea contiuna a utilizarii produselor de protectie a plantelor, fiind conceput in vederea obtinerii unui impact scazut asupra consumatorilor, utilizatorilor, rezidenților și trecătorilor, precum și a ecosistemelor acvatice și terestre, luând în considerare și stabilirea unui sistem adecvat de monitorizare a reziduurilor de pesticide în alimente, apa potabilă și mediu”[7]. In acest document sunt prevazute obiectivele cantitative, masurile si calendarele in vederea reducerii riscurilor si efectelor utilizarii pesticidelor asupra mediului si sanatatii umane.

For putting into practice these regulations, the national standards have to be updated according to EU standards provisions. In table 2 are shown Romanian standards referring to all the machines for applying phytosanitary products and their similar products at European level.

European standards EN ISO 19932-1 :2013 and EN ISO 19932-2:2013 have not been adopted yet within the national standard system.

Punerea in practica a prevederilor legale necesita si actualizarea standardelor la nivel national, avand in vedere si prevederile standardelor europene din domeniu. In tabelul 2 sunt prezentate standardele romanesti referitoare la masinile pentru aplicare produselor fito-sanitare si corespondentul lor european.

Standardele europene EN ISO 19932-1 :2013 si EN ISO 19932-2:2013 nu sunt inca adoptate in sistemul de standarde national.

Table 2 / Tabel 2

**National standards in the field of machinery for applying phytosanitary treatments /
Standarde nationale in domeniul masinilor pentru aplicarea tratamentelor fito-sanitare**

Standard index / Indice standard	Title / Titlu	Summary / Rezumat	European correspondent / Corespondent european
SR EN ISO 4254-6:2010	Agricultural machinery. Security. Part 6. Spraying machine and equipment for administered liquid fertilizer / <i>Mașini agricole. Securitate. Partea 6: Mașini de stropit și mașini de administrat îngrășăminte lichide</i>	- specifies safety requirements and their verification for the design and construction for worn, semi-worn, trailed and self-propelled spraying machine, used to apply pesticides and liquid fertilization, intended to be use by a single operator / <i>precizeaza cerintele de siguranta si verificarea lor pentru proiectarea si constructia masinilor de stropit purtate, semi-purtate, tractate si autopropulsate, utilizate la aplicarea pesticidelor si lichidelor de fertilizare, destinate utilizarii de catre un singur operator;</i> - poses significant risks, hazardous situations and events relevant for spraying and liquid fertilizers distribution machinery when used according to its destination and under the conditions stipulated by the manufacturer / <i>prezinta riscurile semnificative, situatiile periculoase si evenimentele relevante pentru masinile de stropit si de distribuit fertilizanti lichizi atunci cand sunt folosite conform destinatiei si in conditiile prevazute de producator</i>	EN ISO 4254-6:2009
SR EN 13790-1:2004	Agricultural machinery. Spraying machine. Examining spraying machine during operation. Part 1. Spraying machine for basic crops use / <i>Mașini agricole. Mașini de stropit. Examinarea mașinilor de stropit în timpul funcționării. Partea 1: Mașini de stropit utilizate pentru culturile de bază</i>	- specifies requirements and test methods for the examination of spraying machine during operation, use for basic crops. This standard refers in particular to the conditions that must comply with spraying machine in relation to dangers related to operator safety conducting the test, at potential dangers for environmental contamination and the possibility of obtaining a correct application. / <i>stabileste cerintele si metodele de verificare referitoare la testarea masinilor de stropit în timpul functionarii, utilizate pentru culturile de baza. Acest standard se refera, în special, la conditiile pe care trebuie sa le respecte masinile de stropit în raport cu pericolele referitoare la securitatea operatorului care efectueaza încercarea, la pericolul potential de contaminare a mediului înconjurator si la posibilitatea de a obtine o aplicare corecta.</i>	EN 13790-1:2003
SR EN 13790-2:2004	Agricultural machinery. Spraying machine. Examining spraying machine during operation. Part 2: Spraying machine with worn jet used for bushes and fruit growing. / <i>Mașini agricole. Mașini de stropit. Examinarea mașinilor de stropit în timpul funcționării. Partea 2: Mașini de stropit cu jet purtat utilizate pentru arbuști și în pomicultură</i>	- specifies requirements and verification methods for the inspection of spraying machine with worn jet, during operation, used for bushes and fruit growing. This standard refers in particular, to the conditions that must comply with spraying machine in relation to dangers related to operator safety conducting the test, at potential dangers for environmental contamination and the possibility of obtaining a correct application / <i>stabileste cerintele si metodele de verificare referitoare la examinarea masinilor de stropit cu jet purtat, în timpul functionarii, utilizate pentru arbusti si pomicultura. Acest standard se refera, în special, conditiile pe care trebuie sa le respecte masinile de stropit în raport cu pericolele referitoare la securitatea operatorului care efectueaza încercarea, la pericolul potential de contaminare a mediului înconjurator si la posibilitatea de a obtine o aplicare corecta</i>	EN 13790-2:2003
SR EN ISO 16119-1:2013	Agricultural and forestry machinery. Environmental requirements for pulverized machinery. Part 1: Generalizations / <i>Mașini agricole și forestiere. Cerințe de mediu pentru mașini de pulverizat. Partea 1: Generalități</i>	- specifies the general requirements for the design and execution of spraying machine, as defined in ISO 5681, on reducing the potential for environmental contamination during use. It also specifies the requirements for identifying pulverized machinery and some of its components, as well as minimum information content of instruction manual. / <i>specifică</i>	EN ISO 16119-1:2013

		<i>cerințele generale pentru proiectarea și executarea masinilor de stropit, astfel cum sunt definite în ISO 5681, cu privire la reducerea riscului potențial de contaminare a mediului în timpul utilizării. Se precizează, de asemenea, cerințele pentru identificarea masinilor de pulverizat și a unora dintre componentele lor, precum și conținutul de informații minim al manualului de instrucțiuni</i>	
SR EN ISO 16119-2:2013	Agricultural and forestry machinery. Environmental requirements for pulverized machinery. Part 2: Pulverized machines with horizontal boom / <i>Mașini agricole și forestiere. Cerințe de mediu pentru mașini de pulverizat. Partea 2: Mașini de pulverizat cu rampă orizontală</i>	- specific requirements and their means of verification for the design and execution of pulverized machines with horizontal boom, on reducing the potential for environmental contamination during use / <i>specifică cerințele și mijloacele de verificare pentru proiectarea și executarea masinilor de stropit cu rampă orizontală, cu privire la reducerea riscului potențial de contaminare a mediului în timpul utilizării</i>	EN ISO 16119-2:2013
SR EN ISO 16119-3:2013	Agricultural and forestry machinery. Environmental requirements for pulverized machinery. Part 3: Pulverized machines for bushes and fruit growing / <i>Mașini agricole și forestiere. Cerințe de mediu pentru mașini de pulverizat. Partea 3: Mașini de pulverizat pentru arbuști și culturi pomicole</i>	- specific requirements and means to verify their design and execution pulverized machines for bushes and trees and similar cultures, on reducing the potential risk of environmental contamination during use. Does not apply to carried sprayers by the operator for bushes or trees / <i>specifică cerințele și mijloacele de verificare pentru proiectarea și execuția masinilor de stropit pentru arbuști, culturi pomicole și culturi similare, cu privire la reducerea riscului potențial de contaminare a mediului în timpul utilizării. Nu se aplică pentru pulverizatoare purtate în spate de operator pentru arbuști sau arbori</i>	EN ISO 16119-3:2013

RESULTS

The discussions raised following the adoption of Directive 2009/128/CE establishing a framework for community action to achieve sustainable use of pesticides and its implementation at Member State level led to the organization of the 4th workshop of the working group SPIS (Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe), group that seeks the harmonization of standards and regulations in the field. Based on the meeting conclusions there were highlighted several directions on the provisions harmonization of Directive 2009/128, such as:

- defining a certification system for mutual recognition between member states – will track the definition of means / tools to facilitate mutual recognition;
- the need for a risk assessment procedure common definition in order to exclude some of the spraying equipment inspections;
- spraying machine inspection must meet the relevant requirements of the Directive which requires improving current verification methodology to obtain a better reproducibility of results;
- the need for inspectors of a proper training, pursuing harmonization of training materials for the mutual recognition of inspectors in the Member States.

To act in this direction at the working group level were established technical working groups with experts from the Member States dealing with each direction.

In order to harmonize the verification field of spraying machine in use is in the process of being approved a new European EN ISO 16122, which, in its 4 parts is considering the main demands of Directive 2009/128/CE, as presented in Annex II of the Directive.

At national level was made an important step by approving the National Action Plan which is the basic document needed to apply the provisions OUG 34/2012 implemented at national level Directive 2009/128/CE.

CONCLUSIONS

Following the new regulations at European level (Directives 42/2006/CE; 2009/127/CE; 2009/128/CE) have been modified and updated standards needed to applying them.

REZULTATE

Discutiile ridicate în urma adoptării Directivei 2009/128/CE privind stabilirea unui cadru de acțiune comunitară în vederea utilizării durabile a pesticidelor și implementării ei la nivelul Statelor Membre a dus la organizarea celui de al 4-lea workshop al grupului de lucru SPISE (Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe), grup care urmărește armonizarea standardelor și a reglementărilor din domeniu. Pe baza concluziilor acestei întâlniri s-au evidențiat câteva direcții privind armonizarea aplicării prevederilor Directivei 2009/128, cum ar fi:

- definirea unui sistem de certificare pentru recunoașterea reciprocă între statele membre – va urmări definirea mijloacelor / instrumentele pentru facilitarea recunoașterii reciproce;
- necesitatea unei definiții comune a procedurii de evaluare a riscului în vederea excluderii unor echipamente de stropit de la inspecții;
- inspecția masinilor de stropit trebuie să satisfacă cerințele relevante din directiva ceea ce impune îmbunătățirea metodologiei actuale de verificare pentru a obține o mai bună reproductibilitate a rezultatelor;
- necesitatea instruirii adecvate a inspectorilor, urmându-se o armonizare a materialelor pentru instruire în vederea recunoașterii reciproce a inspectorilor în Statele Membre.

Pentru a acționa în aceste direcții la nivelul grupului de lucru SPISE s-au constituit grupuri tehnice de lucru cu specialiști în domeniu din statele membre care se ocupa de fiecare direcție în parte.

În vederea armonizării în domeniul verificării masinilor de stropit în folosință este în curs de aprobare un nou standard european EN ISO 16122, care, în cele 4 parti ale sale, are în vedere principalele cerințe ale Directivei 2009/128/CE, așa cum sunt prezentate în Anexa II a Directivei.

La nivel național s-a făcut un pas important prin aprobarea Planului Național de Acțiune care reprezintă documentul de bază necesar aplicării prevederilor OUG 34/2012 ce implementează la nivel național Directiva 2009/128/CE.

CONCLUZII

În urma noilor reglementări la nivel European (Directivile 42/2006/CE; 2009/127/CE; 2009/128/CE) au fost modificate și actualizate standardele necesare pentru aplicarea prevederilor acestora.

The emergence of new standards that reach new aspects on spraying equipment carried by operator (EN ISO 19932-1:2013 si EN ISO 19932-2:2013) and harmonized standard elaboration about verification of spraying machine in use in accordance with the directive 2009/128/CE (prEN ISO 16122)

Implementation at national level of these regulations through OUG 34/2012 and the National Action Plan open economic development directions through developing a testing centers network for spraying machines.

Some of the future directions of action are:

- define a certification system for mutual recognition between Member States;
- define a common risk assessment procedure in order to exclude some spraying equipment from inspections;
- improving actual verification methodology to obtain a better results reproducibility;
- training inspectors in order to obtain mutual recognition of their qualifications in Member States.

REFERENCES

- [1]. The 6th Environmental Protection Action Programme named "Environment 2010: Our Future, our choice".- Sinteza europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28027_ro.htm
- [2]. Directive 2006/42/CE of European Parliament and of the Council from 17 May 2006 on technical equipment and Directive 95/16/CE amendment, Official U.E. Journal 13, vol. 53;
- [3]. Directive 2009/127/CE of European Parliament and of the Council from 21-st October 2009 for amendment of Directive 2006/42/CE regarding technical equipment for applying pesticides, Official U.E. Journal L310/29;
- [4]. Directive 2009/128/CE of European Parliament and of the Council from 21-st October 2009 establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides, Official U.E. Journal L 309/71;
- [5]. H.G. no.1029 from 3-rd September 2008 on conditions for introducing cars on the market;
- [6]. H.G.517 from May 2011 amending and completing H.G.1029/2008 on conditions for introducing cars on the market;
- [7]. H.G. no.683 from 4-th September 2013 for the approval of the National Action Plan on reducing risks associated with the use of plant protection products;
- [8]. O.U.G. no.34/2012 for establishing the institutional framework actions for sustainable use of pesticides on the Romanian territory.

Aparitia unor noi standarde care ating aspecte noi privind echipamentele de stropit purtate de om (EN ISO 19932-1:2013 si EN ISO 19932-2:2013) si elaborarea standardului armonizat referitor la verificarea masinilor de stropit in uz conform cu prevederile directivei 2009/128/CE (prEN ISO 16122)

Implementarea la nivel national a acestor reglementari prin OUG 34/2012 si Planul National de Actiune deschide directii de dezvoltare economica prin dezvoltarea retelei de centre de testare a masinilor de stropit.

Cateva din directiile viitoare de actiune sunt:

- definirea unui sistem de certificare pentru recunoasterea reciproca intre Statele Membre;
- definirea unei proceduri comune de evaluare a riscului in vederea excluderii unor echipamente de stropit de la inspectii;
- imbunatatirea metodologiei actuale de verificare pentru a obtine o mai buna reproducibilitate a rezultatelor;
- instruirea inspectorilor in vederea recunoasterii reciproce a calificarii acestora in Statul Membre.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Al 6-lea Program de Actiune pentru Protectia Mediului, denumit "Mediu 2010: Viitorul nostru, alegerea noastra".- Sinteza europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28027_ro.htm
- [2]. Directiva 2006/42/CE a Parlamentului European si a Consiliului din 17 mai 2006 privind echipamentele tehnice si de modificare a Directivei 95/16/CE, Jurnalul oficial al U.E. 13, vol. 53;
- [3]. Directiva 2009/127/CE a Parlamentului European si a Consiliului din 21 oct.2009 de modificare a Directivei 2006/42/CE in ceea ce priveste echipamentele tehnice de aplicare a pesticidelor, Jurnalul Oficial al U.E. L310/29;
- [4]. Directiva 2009/128/CE a Parlamentului European si a Consiliului din 21 oct.2009 de stabilire a cadrului de actiune comunitara in vederea utilizarii durabile a pesticidelor, Jurnalul Oficial al U.E., L 309/71;
- [5]. H.G. nr.1029 din 3 sept.2008 privind conditiile introducerii pe piata a masinilor;
- [6]. H.G.517 din mai 2011 pentru modificarea si completarea H.G.1029/2008 privind conditiile introducerii pe piata a masinilor;
- [7]. H.G. nr.683 din 4 sept.2013 pentru aprobarea Planului National de Actiune privind diminuarea riscurilor asociate utilizarii produselor de protectia plantelor;
- [8]. O.U.G. nr.34/2012 pentru stabilirea cadrului institutional de actiune in scopul utilizarii durabile a pesticidelor pe teritoriul Romaniei.

STUDIES ON PROCESSES OF HYDRIC EROSION IN OLT COUNTY AREAS

STUDII PRIVIND PROCESUL DE EROZIUNE HIDRICĂ DIN AREALELE JUDEȚULUI OLT

Lect. Ph.D. Nijloveanu D., Lect. Ph.D. Bozga I., Lect. Ph.D. Tița V.

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Bucharest, Romania

Faculty of Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Slatina Branch

Tel: 0726148524; E-mail: nijloveanu_daniel@yahoo.com

Abstract: This paper presents some problems related to soil erosion, which are today among the most discussed topics in the circles of specialists worldwide. Soil erosion is one of the most negative phenomena, whatever it comes from the wind (wind erosion) or from water (hydric erosion). As it is known, one of the most important components of the biosphere is the soil which is the loose, soft and reliable layer, that is found on the surface of crust and together with the atmosphere constitute the living environment of the plants. Soil, as a natural body which is formed after long pedogenetic processes, represents a real and effective complex laboratory for remediation, neutralization, recycling of waste. In this article there are presented erosion models for Oltenia region, models that are based on universal Equation of soil loss taking into account the following factors: rainfalls (in Oltenia), the factor of soil erosion (calculated for Oltenia region), the factor regarding the size of the slope, factor that reflects the soil degree of coverage or work, and factor regarding the soil capacity to protect itself.

Keywords: degradation, fertility, hydric erosion, soil.

INTRODUCTION

Hydric soil erosion represents "a physical phenomenon" resulting from the destruction or disposal of soil and rock particles from the action of water, wind, ice and gravity forces.

Water erosion is a complex phenomenon of degradation which affects the productivity of agricultural land and involving participation of several processes that change discrete or violent the physiognomy landscape. In the last period of history, the natural conditions that favor the emergence of such a process or added the massive deforestation were carried out at present. Only 26.7% of Romanian's surface is covered by forest and about 43% (6,4 million hectares) of total agricultural land is subject to soil erosion and associated processes, and as the amount of sediment that is eroded on the surface of agricultural land amounts to 106.6 million tons per year.

The purpose of this paper is to analyze the process of erosion by water and measures to be taken for control and combat this phenomena erosion, which develops on agricultural territory in Olt County, regarding the following issues:

- deepening the knowledge related to the natural conditions in which occurs land degradation with water erosion and landslides;
- establishing the criteria for mapping the areas degraded by erosion and landslides in order to subordinate all ensemble cause - effect and concept of ecological rehabilitation;
- increasing performance of the rehabilitation of degraded land and differentiation of technical solutions based on classes favorability morphologic.

Rezumat: Această lucrare prezintă câteva probleme legate de eroziunea solului care sunt astăzi printre cele mai discutate teme în cercurile de specialiști la nivel mondial. Erodarea solului este unul dintre fenomenele cele mai negative indiferent că acesta vine din partea vântului (eroziune eoliană) sau din partea apei (eroziune hidrică). Așa cum se știe una dintre cele mai importante componente ale biosferei este solul care este stratul afânat, moale și fiabil, ce se găsește la suprafața scoarței terestre și care împreună cu atmosfera constituie mediul de viață al plantelor. Solul fiind un corp natural ce este format în timp îndelungat în urma unor procese pedogenetice, reprezintă și un adevărat laborator complex și eficace de depoluare, neutralizare, reciclare și valorificare a reziduurilor. În acest articol sunt prezentate modele antierozionale pentru zona Olteniei, modele ce sunt calculate pe baza Ecuației universale a pierderilor de sol ținând cont de următorii factori: precipitațiile căzute (din zona Olteniei), factorul de erodabilitate al solului (calculat pentru zona Olteniei), factorul privind mărimea pantei, factor ce reflectă gradul de acoperire sau lucrare al solului și factorul privind capacitatea solului de a se autoproteja.

Cuvinte cheie: degradare, fertilitate, eroziune hidrică, sol.

INTRODUCERE

Eroziunea hidrică a solului reprezintă „un fenomen fizic” ce rezultă din distrugerea sau desfacerea particulelor de sol și rocă în urma acțiunii apei, vântului, gheții și a forțelor gravitaționale.

Eroziunea hidrică a solului este un fenomen complex de degradare, care afectează productivitatea terenului agricol și implică participarea mai multor procese care modifică discret sau violent fizionomia reliefului. În ultima perioadă a istoriei, condițiile naturale care favorizează apariția unui astfel de proces li se adaugă defrișările masive care s-au efectuat, în prezent doar 26,7% din suprafața României mai este acoperită de păduri, iar aproximativ 43% (6,4 milioane de hectare) din totalul de teren agricol românesc este supus eroziunii solului și proceselor asociate, iar ca și cantitate de sedimente ce sunt erodate de pe suprafața terenului agricol se ridică la 106,6 milioane tone pe an.

Scopul acestei lucrări este acela de a analiza procesul de eroziune hidrică și a măsurilor ce se impun pentru controlul și combaterea acestor fenomene de eroziune, ce se dezvoltă pe teritoriul agricol din Județul Olt, în vederea soluționării următoarelor probleme:

- aprofundarea cunoștințelor legate de condițiile naturale în care are loc degradarea terenurilor prin eroziune hidrică și alunecări de teren;
- stabilirea unor criterii de cartare a suprafețelor degradate prin eroziune hidrică și alunecări în vederea subordonării ansamblului "cauză – efect, tratament ameliorativ" conceptului de reabilitare ecologică și agroeconomică;
- creșterea nivelului performant al lucrărilor de refacere a terenurilor degradate și diferențierea soluțiilor tehnice în funcție de clasele de favorabilitate morfologică.

MATERIAL AND METHOD

Eroded surfaces are influenced by many factors that characterize the surface morphology of land, with the consensus of researchers in relation to the calculation amount of soil that is eroded from an area of land called General Soil Transport Equation (GSTE), or RUSLE equation, or ABAG in German, or equation is called the Universal Soil Loss Equation (USLE). The equation is:

where:

A = annual average amount of soil lost (t / ha) at the upper limit,
R = rainfall (effect) - and surface leakage factor [kJ/m². mm / h] or [N / h]
K = soil erosion factor [(t/h/kJ/m². Mm / h] or [t/ha / N / h],
L = the length of the slope factor,
S = the inclination of the slope factor, size of the slope,
C = factor reflecting the degree of coverage or tillage of soil,
P = capacity factor of soil erosion to protect themselves. [1] [2]

RESULTS

The shaping of the present territory of the Olt County is determined primarily by the intense activity of water from the rain, especially torrential rain that it drains from the slopes rapidly. It decreases in intensity and in affected areas, with the passage of the piedmont plateau in N the piedmont plains and terraces of S, in report to with decreasing relief energy, extended, fields interfluvial detrimental to the slopes and gradually decrease rainfall.

We made a correlation between slope and amount of soil eroded for low rainfall up to 10 mm and a duration of one hour and slope up to 250 m. Observe the amount of eroded soil increases from "0" up to 260 t / ha. On slopes over 45% and rains with low intensity, the amount of eroded soil is very high as in the following figure. [4]

MATERIAL ȘI METODĂ

Suprafețele erodate sunt influențate de o multitudine de factori ce caracterizează morfologic suprafața de teren, existând din partea cercetătorilor un consens cu referire la calculul cantității de sol ce se erodează de pe o suprafață de teren denumit Ecuația Generală a Transportului de sol (EGTS), sau ecuația RUSLE, sau ABAG în limba germană, sau ecuația mai este denumită și Ecuația Universală a Pierderilor de Sol (EUPS). Ecuația este următoarea:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

în care:

A = cantitatea medie multianuală de sol pierdut (t/ha) la nivelul limitei superioare,
R = precipitații căzute (efect) – și factorul de scurgere pe suprafață [kJ/m². mm/h] respectiv [N/h],
K = factorul de erodibilitate al solului [(t/h/kJ/m². mm/h] respectiv [to/ha/N/h],
L = factor privind lungimea pantei,
S = factor privind înclinarea, mărimea pantei,
C = factor care reflectă gradul de acoperire sau de lucrare a solului,
P = factor privind capacitatea solului de a se autoproteja de eroziune. [1] [2]

REZULTATE

Modelarea actuală a teritoriului Județului Olt este determinată în primul rând de activitatea intensă a apelor provenite din ploi, mai ales ploi torențiale ce se scurg cu rapiditate pe versanți și în albiile torențiale. Ea descrește ca intensitate și suprafețe afectate, odată cu trecerea de la platourile piemontane din N, la câmpiile piemontane și de terase din S, în raport cu scăderea energiei reliefului, extinderea, câmpurilor interfluviale în detrimentul versanților și cu diminuarea treptată a precipitațiilor.

Astfel am realizat o corelație între panta terenului și cantitatea de sol erodată pentru ploi mici de până la 10 mm și o durată de o oră iar lungimea pantei de până la 250 m. Se observă cantitatea de sol erodată ce crește de la „0” până la 260 t / ha. La pante de peste 45% și ploi cu o intensitate mică cantitatea de sol erodată devine foarte mare conform figurii următoare. [4]

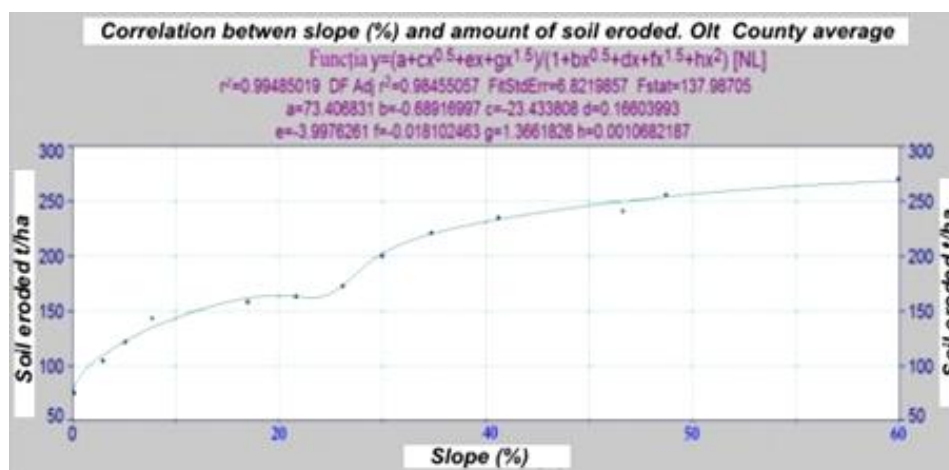


Fig. 1 - Loss of soil by washing under light rain in Olt County /
Pierderi de sol prin spălare în condiții de ploi ușoare în Județul Olt

With the amount of fallen water from 80 to 90 mm within an hour, drained soil from the eroded surfaces can reach up to 4500 tonnes per hectare, as shown below. [4]

În condițiile în care cantitatea de apă căzută este de 80 – 90 mm într-un interval de o oră solul ce se scurge de pe suprafețele erodate poate ajunge până la 4500 de tone pe hectar, conform figurii următoare. [4]

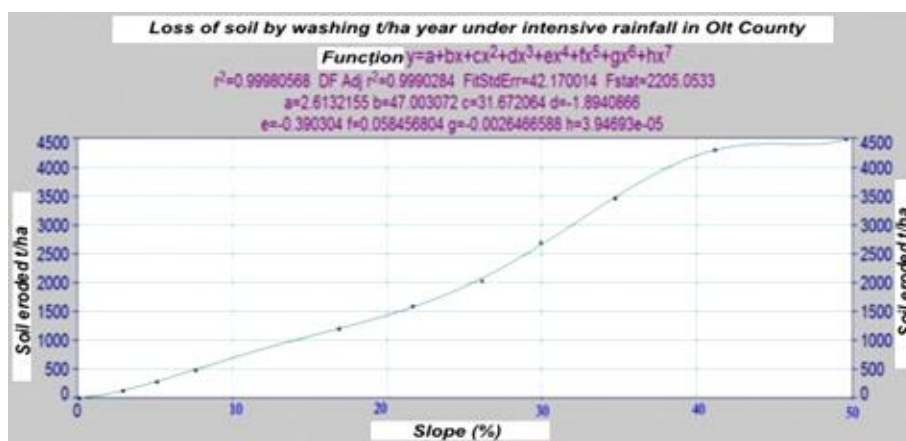


Fig. 2 - Loss of soil by washing under intensive rainfall in Olt County / Pierderi de sol prin spălare în condiții de ploi intensive în Județul Olt

We developed a model for Olt County erosion and, to calculate the model we used the universal equation of soil loss, adjusted for Romania by Berca Mihai and by us for Olt County. This model was calculated using a computer program.

It was taken into account the effect of slope which was measured by SL indicator, a variable measuring the length and size of the slope. Rain energy was given by the indicator that expressed the energy of raindrops, and the results were presented in the following figure. [4]

Am realizat și un model erozional pentru Județul Olt, iar pentru calculul acestui model am folosit ecuația universală a pierderilor de sol, adaptată pentru România de către Berca Mihai și de noi pentru Județul Olt. Acest model a fost calculat cu ajutorul unui program informatic.

S-a luat în calcul efectul pantei ce este măsurat cu ajutorul indicatorului LS, o variabilă ce măsoară lungimea cât și mărimea pantei. Energia ploii este dată de către indicatorul ce exprimă energia picăturilor de ploaie, iar rezultatele sunt prezentate în figura următoare. [4]

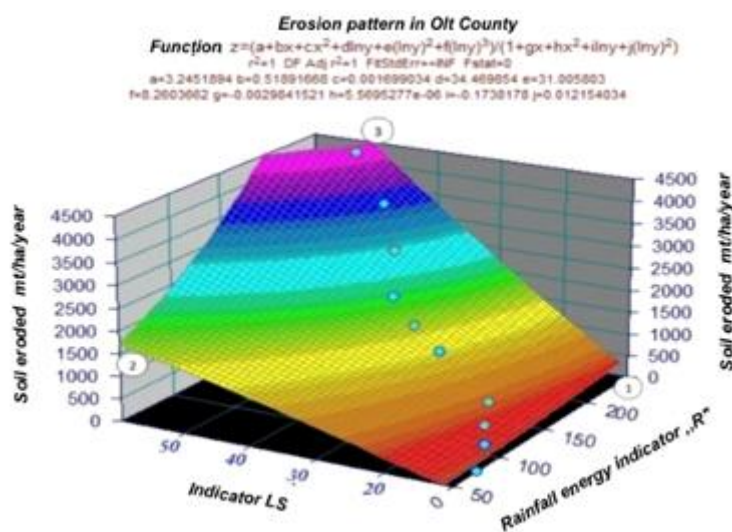


Fig. 3 - Erosion Pattern in Olt County / Model erozional în Județul Olt

Figure 3 shows that no matter how large the kinetic energy of rain, if the slope approached zero the soil would remain in place not being driven by water from precipitation (point 1 on the figure). As the slope increased LS, both in length and the inclination, even at low values of rainfall energy index (R) soil loss could lead up to 1700 m³/ha, the second item on the figure.

If all elements meet together (long and steep slopes, high rainfall combined with energy) soil losses can reach up to the amount of 4500 m³/ha, which leads to a real landslide, as we found in Teslui, a locality of Olt County (point three on the figure) [4]

CONCLUSIONS

Soils in the studied area are specific to the climatic regime and soil and are numerous and vary from one place to another, each floor having its personality. There

În figura 3 se observă că oricât de mare ar fi energia cinetică a ploii, dacă panta se apropie de zero solul rămâne pe loc nefiind antrenat de către apa din precipitații (punctul 1 de pe figură). Pe măsură ce panta crește LS atât ca lungime cât și ca înclinație, chiar și la valori reduse ale indicatorului energiei pluviometrice (R) pierderile de sol se pot duce până la 1700 m³/ha, punctul doi pe figură.

Dacă toate elementele se întâlnesc (pante lungi și abrupte, combinate cu energia pluviometrică ridicată pierderile de sol pot ajunge până la valoarea de 4500 m³/ha, ceea ce duce la o adevărată alunecare de teren, cum găsim în localitatea Teslui din Județul Olt punctul trei de pe figură. [4]

CONCLUZII

Solurile din zona studiată sunt specifice regimului de climă și sol și sunt numeroase și variabile de la un loc la altul, fiecare sol având personalitatea lui. Există anumite

are some areas of particular soils located on slopes that are highly exposed to erosion and even landslides.

Comparing the two erosion models shows that the best results against the erosion process were given by the cultivation model of annual grasses and perennial plants.

Soil protection against erosion can be achieved by agricultural crops and agricultural technology specific as described before.

Knowing of crops, depending on the level of protection that they provide to the soil erosion models, they are classified into the following categories:

- very good protective - grasses (*Lolium* and *Dactylis* species) and perennial leguminous (alfalfa, clover, ghizdei);
- good protective - cereals (wheat, barley, oats, millet, Sudan grass, etc.)
- medium protective - annual leguminous (peas, vetch, soybean, lupins, beans, etc.)
- weak protection - hoes crops (corn, sunflower, potatoes, sugar beets, zucchini, vine, etc.)

On land with slopes over 10% culture system is applied in strips with grass strips, whose width varies depending on the slope:

- a) slope of 7% -11% - strip width of 63-151 m;
- b) slope of 9% -14% - strip width of 32-65 m;
- c) slope of 14% -19% - strip width of 22-29 m;
- d) slope over 24% - 21 m wide strip

REFERENCES

- [1] Berca M.,(2008) - *Environmental and Natural Resources Management*, Ed Ceres;
- [2] Berca M. (2008) - *Issue of Soil Ecology*, Ceres;
- [3] Moțoc M., Munteanu S., Băloiu V., Stănescu P., Mihai Gh. (1975) - *Soil Erosion and Control Models*, Ed. Ceres;
- [4] Nijloveanu D. (2011) - *Research On Evaluation The Processes Of Soil Erosion By Water In Olt County And Management Measures And Combat*. Phd thesis.

suprafețe din solurile situate mai ales pe pante ce au o mare expunere la eroziune și chiar la alunecări de teren.

Compararea celor două modele de eroziune arată ca cele mai bune rezultate împotriva procesului de eroziune sunt date de către modelele de cultivare a ierburilor anuale și a plantelor perene.

Protecția solului împotriva eroziunii se poate realiza prin culturi agricole și prin tehnologii agricole specifice după cum am prezentat mai sus.

Cunoașterea plantelor cultivate, în funcție de nivelul de protecție pe care-l oferă solului după anumite modele antierozionale, acestea sunt clasificate în următoarele categorii:

- foarte bune protectoare - gramineele (speciile de *Lolium* și *dactylis*) și leguminoasele perene (lucernă, trifoi, ghizdei);
- bune protectoare - cerealele păioase (grâu, orz, ovăz, mei, iarbă de Sudan etc.);
- mediu protectoare - leguminoase anuale (mazăre, mazărice, soia, lupin, fasole etc.);
- slab protectoare - culturi prășitoare (porumb, floarea soarelui, cartofi, sfeclă de zahăr, dovlecei, viță de vie etc.);

Pe terenurile cu pante de peste 10% se aplică sistemul de culturi în fâșii cu benzi înierbate, a căror lățime variază în funcție de pantă:

- a) pantă de 5%-10% - lățimea fâșiei de 60-150 m;
- b) pantă de 10%-15% - lățimea fâșiei de 30-60 m;
- c) pantă de 15%-20% - lățimea fâșiei de 20-30 m;
- d) pantă de peste 25% - lățimea fâșiei de 20 m.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Berca M. (2008) - *Gestiunea Mediului și a resurselor natural*, Ed Ceres;
- [2] Berca M.,(2008) - *Probleme de ecologia solului*, Ed. Ceres;
- [3] Moțoc M., Munteanu S., Băloiu V., Stănescu P., Mihai Gh. (1975) - *Eroziunea solului și modele de combatere*, Ed. Ceres;
- [4] Nijloveanu D. (2011) - *Cercetări privind evaluarea proceselor de eroziune hidrică în arealele din Județul Olt și măsuri manageriale de combatere*. Teză de doctorat.

CAPITALIZATION POSSIBILITIES OF SAFFLOWER SEEDS IN CONDITIONS OF ROMANIA

POSIBILITĂȚI DE VALORIFICARE A SEMINTELOR DE SOFRANEL ÎN CONDITIILE DIN ROMÂNIA

PhD. Ch. Popescu C.¹⁾, PhD. Stud. Biol. Pruteanu A.²⁾, PhD. Stud. Eng. Muscalu A.²⁾, Lect. Wang L.³⁾
 Eng. Ch. Găgeanu G.²⁾

¹⁾ S.C. HOFIGAL S.A. / Romania; ²⁾ INMA Bucharest / Romania; ³⁾ Shanxi Agricultural University, Shanxi / China
 Tel: 021/269.32.50; Fax: 021/269.32.73; E-mail: pruteanu_augustina@yahoo.com

Abstract: Oleaginous plants are species whose seeds contain high quantities of liquid fats, known as oils, which can easily be extracted industrially. Oil is formed and accumulates in various parts of plants. Food vegetable oils have good gustative qualities and high digestibility (95%), exceeding many animal fats. So, safflower is an oleaginous plant with large possibilities of recovery, and is mainly cultivated for the obtaining of a branded edible oil. This paper aims to highlight the possibilities of seeds recovery in safflower crops under the conditions in Romania, as sources of food, healthcare, cosmetics and ornamental products.

Keywords: safflower, seeds, recovery, edible oil

INTRODUCTION

Safflower belongs to the group of oleaginous plants from which high quality oil is extracted, primarily used for human consumption, alone or blended with other vegetable oils to increase their stability, durability in storage, but also their quality, due to the high content of linoleic acid (over 75%). [10]

Archaeological excavations in Egypt have shown that safflower was cultivated and used in ancient times, probably long before 1600 BC. [4]

From antiquity to the early 18th century, safflower has been an important source for obtaining dyes, role which diminished with the synthesis of aniline based dyes. [7]

In the United States, there are still developed studies on finding valuable genotypes in terms of floral appearance. [11]

In Canada it is considered that the introduction of safflower in large scale crops can have a major impact on the Canadian food industry, especially on edible oils and forage flour. [9]

Highest yield is obtained in India for the internal market as vegetable oil. [12]

In countries like China is given special importance of this crop, the flowers are harvested to be used in traditional medicines [4]. In Europe, safflower crop was introduced in the late 18th century, being used for fresh and dried flowers, in hosiers. The Netherlands was one of the promoters of this new use [11].

In our country, Maior G. (1985) states that safflower is cultivated for its flowers, of which two colours are obtained, a red "steadfast" and a yellow "volatile" [7].

Safflower is cultivated worldwide on 1,1-1,2 million hectares. The largest areas are cultivated in India (about 680000 hectares), Mexico (about 150000 hectares), USA (about 120000 hectares) and Spain (about 70000 hectares) [12].

Safflower is part of the Compositae (Asteraceae) family, *Carthamus* genus, which comprises several species: [14]

- *Carthamus lanatus* L;

Rezumat: Plantele oleaginoase sunt speciile în semințele cărora se găsesc cantități mari de grăsimi lichide, numite uleiuri, ce se extrag cu ușurință pe cale industrială. Uleiul se formează și acumulează în diverse părți ale plantelor. Uleiurile vegetale alimentare au însușiri gustative bune și digestibilitate ridicată (circa 95 %), depășind multe grăsimi de origine animală. Asadar, sofranelul este o planta oleaginoasă cu posibilitati mari de valorificare, cultivandu-se în principal pentru obtinerea unui ulei comestibil de calitate. Aceasta lucrare isi propune evidențierea posibilităților de valorificare a semintelor din culturile de sofranel in conditiile din Romania, ca surse de produse alimentare, terapeutice, cosmetice, ornamentale.

Cuvinte cheie: sofranel, seminte, valorificare, ulei alimentar

INTRODUCERE

Șofrănelul face parte din grupa plantelor oleaginoase din care se obține un ulei de foarte bună calitate folosit cu precădere în alimentația umană, singur sau în amestecuri cu alte uleiuri vegetale cărora le mărește stabilitatea, durabilitatea în păstrare, dar și calitatea, datorită conținutului ridicat în acid linoleic (peste 75%). [10]

Săpăturile arheologice efectuate în Egipt au arătat că șofrănelul a fost cultivat și folosit în antichitate, probabil mult înainte de anul 1600 î.e.n. [4]

Din antichitate și până la începutul secolului al XVIII – lea, șofrănelul a constituit o sursă importantă pentru obținerea coloranților, rol care s-a diminuat odată cu sinteza coloranților pe bază de anilină. [7]

În Statele Unite încă se fac studii pentru găsirea unor genotipuri valoroase din punct de vedere al aspectului floral. [11]

În Canada se considera ca introducerea la scară largă a sofranelului în cultura poate avea un impact major asupra industriei alimentare canadiene, în special privind uleiurile comestibile și făina furajera. [9]

Cea mai mare producție este obținută în India pentru piața internă ca ulei vegetal. [12]

China acordă importanță deosebită acestei culturi, florile sunt recoltate spre a fi folosite la medicamente tradiționale [4]. În Europa, sofranelul a fost introdus în cultura la sfârșitul secolului al XVIII-lea, fiind utilizat pentru flori proaspete și uscate, folosite în galanterii. Olanda a fost unul dintre promotorii acestei noi utilizări [11].

În țara noastră Maior G. (1985) menționează faptul că șofrănelul se cultivă pentru florile sale din care se obțin două culori, una roșie „statornică” și una galbenă „nestatornică” [7].

Șofrănelul se cultivă în lume pe 1,1-1,2 mil. hectare. Cele mai mari suprafețe se cultivă în India (circa 680 mii ha), Mexic (circa 150 mii ha), S.U.A. (circa 120 mii ha) și Spania (circa 70 mii ha) [12].

Șofrănelul face parte din familia Compositae (Asteraceae), genul *Carthamus* care cuprinde mai multe specii: [14]

- *Carthamus lanatus* L;

- *Carthamus oxyachantha* L;
- *Carthamus tinctorius* L.

Cultivated varieties are part of the *Carthamus tinctorius* L. species [2].

Potential of safflower crop is quite high, but in our country there are only few cultivated areas. The lack of documentation on safflower crop, and also the absence from the market of biological material required for crop sowing leads to low interest of growers for this plant [1].

In our country, safflower is cultivated experimentally, in order to obtain quality seeds, at Lovrin Research Station in Timisoara [13].

Usually, safflower is cultivated for the edible oil obtained from achenes with a high potential of unsaturated fatty acids compared to other vegetable oils, the smoke index is very low compared to that of sunflower oil. Safflower oil reduces the cholesterol level and for this reason it is studied for therapeutic purposes. [2]

Safflower oil has the iodine value of 140 – 152% and contains 21% fatty acids. [2]

Below are presented some of the advantages of safflower (*Carthamus tinctorius* L) cultivation in Romania. These are:

- Safflower flowers are used for ornamental purpose or in pharmaceutical industry and in food industry as a flavoring, for obtaining natural dyes;
- From seeds is obtained a quality flower, with high protein content, which can be used in bakery for human consumption, and also as animal feed;
- Seeds are mainly used to obtain oil used in foods and in chemical industry in the manufacture of paints or scented candles;
- Edible oil with high percent of unsaturated fatty acids is used in health and cooking (it reduces the cholesterol level), to obtain margarine, and for therapeutical and cosmetic purposes. [2]

In traditional medicine, seeds are used in tumors treatment, especially those located in the liver; flowers are considered laxative, sedative, and are used to treat scarlet fever, while the oil is used as cure for rheumatic pain. [12]

From an agricultural perspective, safflower crops present the following characteristics:

- It is the only oleaginous crop unpretentious of potassium fertilizers and reduced claims against phosphorus fertilizers. [10]
- It is a good prior plant for winter cereals. [1]
- Provides good results in areas with fertile lands and sufficient humidity. [8]

In this paper has been studied an experimental plot of safflower crop, from which were analyzed the qualitative indices of seeds, according to eligibility limits for the evaluation of recovery possibilities for crop and natural products.

MATERIALS AND METHOD

Constituents of safflower

Safflower oil (*Carthamus tinctorius*) is the largest source of polyunsaturated fatty acids (PUFA) than that found in any other vegetable oil: Nearly 79 percent PUFA (linoleic acid), also contains 13 percent of monounsaturated fatty acids (MUFA) (oleic acid) and only 8 percent saturated fatty acids. Other essential nutrients are present in safflower omega - 6 fatty acids, cis - linoleic acid, vitamin E and vitamin K. It also contains a small amount of choline [16].

According to the medium in the literature [3, 5, 6, 15]

- *Carthamus oxyachantha* L;
- *Carthamus tinctorius* L.

Soiurile care se cultivă fac parte din specia *Carthamus tinctorius* L. [2].

Potențialul de cultură al șofrănelului este destul de ridicat, dar la noi în țară există puține suprafețe cultivate. Lipsa de documentație cu privire la cultura de șofrănel, dar și negăsirea pe piață a materialului biologic necesar pentru înșămânțarea culturilor duce la interesul scăzut al cultivatorilor pentru această plantă [1].

La noi în țară se cultiva experimental șofrănel, pentru obținerea de samantă de calitate, la Stațiunea de Cercetare Lovrin, din Timisoara [13].

În general șofrănelul este cultivat pentru uleiul comestibil obținut din achene cu un potențial ridicat de acizi grași nesaturați față de alte uleiuri vegetale, indicele de fum este foarte scăzut față de cel al uleiului de floarea soarelui. Uleiul de șofrănel reduce nivelul colesterolului de aceea este studiat în scopuri terapeutice. [2]

Uleiul de șofrănel are indicii de iod 140 – 152% și conține 21% acid oleic, 73% acid linoleic și 3% acizi grași [2].

În continuare vom prezenta câteva dintre avantajele cultivării șofrănelului (*Carthamus tinctorius* L) în România. Acestea sunt:

- florile de șofrănel se folosesc în scop ornamental sau în industria farmaceutică și în industria alimentară ca aromatizant, pentru obținerea de coloranți naturali;
- din semințe se obține o făină de calitate, cu ridicat conținut proteic, putând fi folosită atât în panificație pentru hrana omului cât și ca furaj pentru animale;
- semințele se folosesc în principal pentru obținerea uleiului folosit în alimentație și în industria chimică la fabricarea unor vopșeluri, la fabricarea lămpărilor parfumate ;
- uleiul comestibil cu un procent ridicat de acizi grași nesaturați se folosește la sănătate și la gătit (reduce nivelul colesterolului), la obținerea margarinei, dar și în scop terapeutic și cosmetic. [2]

În medicina tradițională, semințele sunt folosite în tratamentul tumorilor, mai ales în cazul celor localizate la nivelul ficatului; florile sunt considerate ca având proprietăți laxative, sedative, și se utilizează în tratamentul scarlatinei iar uleiul este folosit ca leac pentru durerile reumatismale [12].

Din punct de vedere agricol cultura șofrănelului prezintă următoarele caracteristici importante:

- este singura cultură dintre oleaginoase nepretențioasă la îngrășămintele cu potasiu și cu pretenții reduse față de îngrășămintele cu fosfor [10];
- este o bună plantă premergătoare pentru cerealele de toamnă [1];
- asigură rezultate foarte bune și în zonele cu terenuri fertile și umiditate suficientă [8].

În lucrare a fost studiat un lot experimental de cultură a șofrănelului, de la care s-a analizat indicii calitativi ai semintelor, conform unor limite de admisibilitate, pentru evaluarea unor posibilități de valorificare pentru cultura și produse naturale.

MATERIALE ȘI METODA

Elemente constitutive din șofrănel

Uleiul de șofrănel (*Carthamus tinctorius*) are cea mai mare sursă de acizi grași polinesaturați (PUFA) decât cel găsit în orice alt tip de ulei vegetal. Aproape 79 % PUFA (acidul linoleic), conține, de asemenea, 13 % din acizi grași mononesaturați (MUFA) (acid oleic) și numai 8 % de acizi grași saturați. Celelalte elemente nutritive esențiale prezente în șofrănel sunt Omega-6 acizi grași, acid cis-linoleic, vitamina E și vitamina K, și conține, de asemenea, o cantitate mică de colină [16].

Conform datelor medii din literatura de specialitate [3,

safflower oil content is 1.5 % myristic acid, 3% palmitic acid, 1% stearic acid, 0.5 % arachidic acid, 33 % oleic acid, 61 % linoleic acid .

Iodine value of the oil is 115, 1-155, 2, specific acidity of 0, 78-5, 76, saponification number 194.0 to 203.0. It is an oil semisativ [9].

Samples were taken from an experimental batch of INMA Bucharest, cultivated with safflower, *Carthamus tinctorius* L. species.

Analyses were performed in the laboratories of S.C. HOFIGAL S.A according to the procedures required by QSM, using the gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC -MS).

From the experimental plot were taken groups of five samples which were analyzed to determine lipid content, minerals, water and heavy metals from the safflower seeds after an evaluation of foreign materials and their microbial contamination.

RESULTS

In table 1 is presented the content in foreign bodies and the microbial content of seed samples according to the admissibility limits.

For each determination, the final result is the average of five determinations, corresponding to the five samples.

5, 6, 15] continutul uleiului de sofranel este:1,5% acid miristic, 3% acid palmitic, 1% acid stearic, 0,5% acid arachidic, 33% acid oleic, 61% acid linoleic.

Indicele de iod al acestui ulei este de 115, 1-155, 2, aciditatea specifica de 0, 78-5, 76, indicele de saponificare 194,0-203,0. Este un ulei semisativ.[9]

Probele au fost prelevate de pe un lot experimental de la INMA Bucuresti cultivat cu șofrănel, specia *Carthamus tinctorius* L.

Analizele au fost efectuate in cadrul laboratoarelor de la S.C. HOFIGAL S.A conform procedurilor impuse de SMC, utilizând un Gaz Cromatograf cuplat cu spectrometrul de masa (GC- MS).

Au fost prelevate din lotul experimental câte cinci probe care au fost analizate pentru a se determina continutul de lipide, minerale, apa si metale grele din semintele de sofranel dupa o evaluare a materiilor straine si a contaminării microbiene a acestora.

REZULTATE

In tabelul 1 se prezintă conținutul in corpuri straine si microbiene al probelor de seminte conform limitei de admisibilitate.

Pentru fiecare dintre determinări, rezultatul final reprezinta media aritmetica a 5 determinari corespunzatoare celor 5 probe prelevate.

Table 1 / Tabel 1

Content of foreing and microbial bodies of safflower seeds /
Conținutul de corpuri străine și microbiene al semințelor de șofrănel

Characteristics / Caracteristici	Admissibility limits / Limite de admisibilitate	Obtained results / Rezultate obtinute
Foreing bodies, total / Corpuri straine, total [%, max.]	2	0.6 / 0,6
a) Parts of same plant / Părți din aceeași plantă		
- Shanks, plant residues / codite, resturi de planta [%, max.]	1.5 / 1,5	0.5 / 0,5
b) Foreing bodies / Corpuri straine:		
- Organic (insects, larva) / organice (insecte, larve)	absent	absent
- Anorganic (soil, sand) / anorganice (pamant, nisip), [%, max]	0.5 / 0,5	0.1 / 0,1
Microbial contamination / Contaminare microbiană:		
- Total number of microorganisms / Număr total de microorganisme aerobe (TAMC) UFC/ mL	1×10^3	$1,5 \times 10^2$
- Combined total number of levures and filamentous fungus / Număr total combinat de levuri și fungi filamentosi (TYMC) UFC/ mL	1×10^2	1×10^1
- Escherichia coli / Escherichia coli / mL	absent	absent

The analysis performed with gas chromatography equipment coupled with mass spectrometry (GC -MS) and chromatographic profile of the chromatogram report (table 2) and the chromatogram (fig.1) was determined to safflower, as follows:

In urma analizei efectuate cu echipamentul Gaz Cromatograf cuplat cu spectrometrul de masa (GC- MS) s-a determinat profilul raportului cromatografic (tabelul 2) si cromatograma la sofranel (figura 1), astfel:

Table 2 / Tabel 2

Qualitative report gas chromatography GC-MS / Raport Calitativ Gaz Cromatograf GC- MS

Data File/ Fisier date	SOFRANEL 0121013
Current Data Path / Datele curente	C:/Xcalibur/DATA2/ULEI gras 7//
Acquisition date/ Date de achizitie	10/17/2013 2:54:25 PM
Run Time (min) / Timp de rulare (minute)	33.97
Vial / Flacon	183
Injection volume (μl) / Volumul de injectare(μl)	1.00
Instrument method / Metoda de instrumentare	C:/Xcalibur/DATA2/ULEI gras 7/1mlOMEGA315200oFF.meth
Processing method / Metoda de prelucrare	C:/Xcalibur/DATA2/ULEI gras 7/22SoftNou 10pkBB V

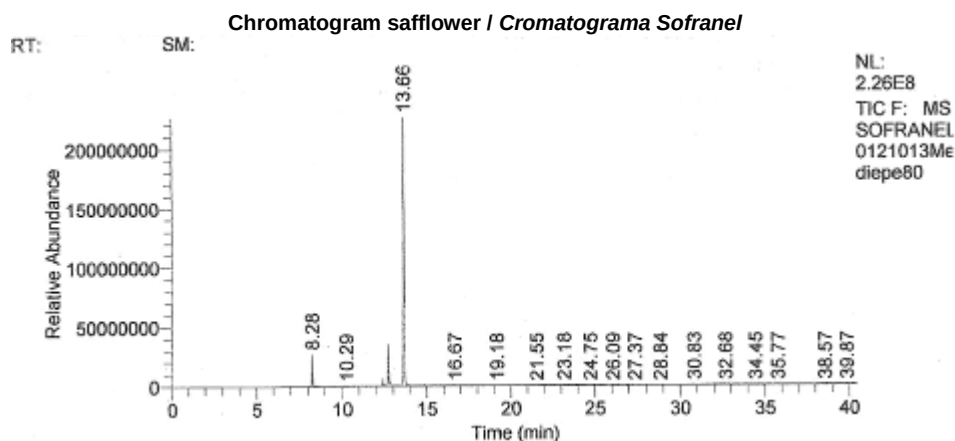


Table 3 / Tabel 3

Saffron oil components / Componentele uleiului de sofranel

No.	Nume Compus/ Denumire compus	RT	Area % / Zona %	Peak Area / Zona maxima	Peak Height / Inaltimea maxima	S/N
1.	Palmitic C 16:0	8.28	8.16	93720568	24249582	34236.45
2.	Stearic C 18:0	12.40	2.18	25039345	5698641	8045.55
3.	Oleic C 18:1	12.73	11.53	132377582	31890182	45023.73
4.	Cis-Vaccenic C 18:1	12.87	0.89	10244739	1972908	2785.42
5.	Linoleic C18:2	13.65	76.57	878913455	206891806	292097.44
6.	Linolenic C 18:3	14.89	0.11	1264860	318114	449.13
7.	Arachic C 20:0	16.67	0.23	2631421	479900	677.54
8.	11-Eicosenoic	17.05	0.10	1156780	188490	266.12
9.	Behenic C 22:0	23.17	0.13	1485577	168842	238.38
10.	Lignoceric C 24:0	32.72	0.09	1005476	99088	139.90

Studying data from the chromatographic profile can be found framing product analyzed safflower seed fatty oil obtained by cold-pressing technique in the category of high content of polyunsaturated fatty acids, PUFA.

Safflower oil (*Carthamus tinctorius*) is the largest source of polyunsaturated fatty acids (PUFA) than that found in any other vegetable oil.

In table 3 are content analyzed oil sample components:

- Oleic acid - 11.53%
- Linoleic acid (ω_6) - 76, 57%
- Linolenic acid (ω_3) - 0.11%
- Palmitic acid - 8.16%
- Stearic acid - 2.18%
- Acid arachos - 0, 23%.

Figure 2 presents the values of some quality indices, expressed as a percentage, compared to the admissibility limits imposed by quality control.

Studiind datele din profilul cromatografic se constata posibilitatea incadrarii produsului analizat - ulei gras din seminte de sofranel obtinut prin tehnica presarii la rece - in categoria celor cu continut ridicat de acizi grasi polinesaturati, PUFA.

Uleiul de sofrănel (*Carthamus tinctorius*) are cea mai mare sursă de acizi grași polinesaturați (PUFA) decât cel găsit în orice alt tip de ulei vegetal.

In tabelul 3 se observa continutul componentele probei de ulei analizata:

- Acid oleic - 11,53%
- Acid linoleic (ω_6) - 76, 57%
- Acid linolenic (ω_3) - 0,11%
- Acid palmitic - 8,16%
- Acid stearic - 2,18%
- Acid arachic - 0, 23%.

În figura 2 sunt prezentate valorile unor indici de calitate, exprimate procentual, comparativ cu limitele de admisibilitate impuse de controlul calității.

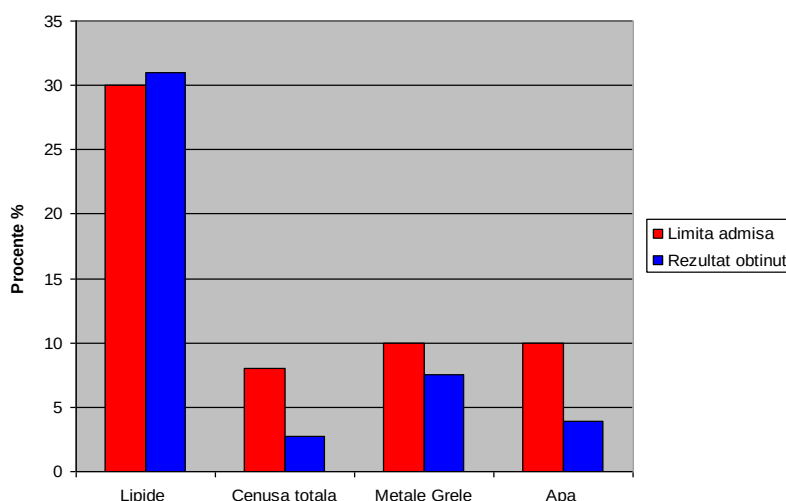


Fig. 2 - Values of some quality indices for safflower seeds / Valorile unor indici de calitate la semintele de sofranel

CONCLUSIONS

From the obtained results it is observed that there were not exceeded the limits of admissibility to the qualitative indices analyzed in the safflower seeds. The seeds were characterized by high fat and mineral content.

Safflower crop is currently used for oil, used in food and also for therapeutic purpose.

Use of safflower oil in food does not determine the increase of cholesterol quantity in the blood, due to the high content in unsaturated fatty acids. In addition, oil contains an significant iodine quantity.

Safflower has the advantage that is a very drought resistant plant and can recover less fertile soils, for these reasons in our country can be a particularly important crop in dry areas, on lands with low fertility, which provides productions comparable with sunflower.

This oleaginous plant has real perspectives for expansion in cultures in Southern, Western and Eastern Romania.

After the developed studies it is highlighted the possibility of using, in Romania, the oleaginous plant - *Carthamus tinctorius* L. – Safflower, as a source of food and therapeutic products, bringing additional economic and social benefits, resulting from the use as a vegetable and oleaginous source.

Research on the use of safflower crop in Romania may continue to determine other possible of uses of the seeds and of the oil produced from safflower, so that this plant can meet consumer demand for natural products.

BIBLIOGRAPHY

- [1]. Batulescu C. (1988) – *Research on the value of stocks and varieties of safflower (Carthamus tinctorius L.) as a starting material of improvement*, Doctoral thesis, „I.I.de la Brad” Agronomic Institute, Iași;
- [2]. Bilteanu Gh. (2001) – *Phytotechny*, Ceres Publishing, Bucharest;
- [3]. Candolle, Alphonse (1885) - *Origin of cultivated plants*, D. Appleton & Co.: New York, p. 164;
- [4]. Zohary D. and Hopf M. (2000) - *Domestication of plants in the Old World*, Third Edition, Oxford: University Press, p. 211;
- [5]. Dweck A.C. (2009) - *Nature provides huge range of colour possibilities*, Personal Care Magazine, pp. 61–73
- [6]. Chadwick J. (1976) - *The Mycenae World*, Cambridge: University Press, p. 120;
- [7]. Leonte C. (1987) – *Safflower cultivation*, Ceres Publishing, Bucharest;
- [8]. Mateas I.M., Valeriu T. (2008) – *Influence of sowing time on the yield of achenae and oil in safflower (Cathamus tinctorius L) under the conditions in Timisoara*, Agir Buletine, nr. 1-2;
- [9]. Norris L.E., Collene A.L., Asp M.L., Hsu J.C., Liu L.F., Richardson J.R., Li D. et al. (2009) – *Comparison of dietary conjugated linoleic acid with safflower oil on body composition in obese postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus*, The American journal of clinical nutrition 90 (3): 468–76. PMID 19535429;
- [10]. Tabara V. (2005) - *Phytotechny*, vol. I, „Technical oleaginous and textile plants”, Brumar Publishing, Timișoara;
- [11]. www.recolta.eu;
- [12]. <http://biofuels.dbioro.eu/sofranel.php>;
- [13]. <http://www.gazetadeagricultura.info/>

CONCLUZII

În urma rezultatelor obținute se observa ca nu au fost depășite limitele de admisibilitate la indicii calitativi analizați din semințele de sofran. Semințele s-au caracterizat prin conținut ridicat de lipide și minerale.

Cultivarea sofranelului se face în prezent pentru ulei, utilizat în alimentație dar și în scop terapeutic.

Folosirea uleiului de șofrănel în alimentație nu determină creșterea cantității de colesterol în sânge, datorită conținutului ridicat în acizi grași nesaturați. În plus uleiul conține o cantitate importantă de iod.

Șofrănelul prezintă avantajul că este o plantă foarte rezistentă la secetă și poate valorifica soluri mai puțin fertile, din aceste motive în țara noastră, poate constitui o cultură cu importanță deosebită în zone mai secetoase, pe terenuri cu fertilitate redusă, unde asigură producții comparabile cu producțiile de floarea-soarelui.

Această plantă oleaginoasă are reale perspective de extindere în cultură în sudul, vestul și estul țării.

În urma studiilor efectuate se evidențiază posibilitatea utilizării, și în România, a plantei oleaginoase – *Carthamus tinctorius* L. – sofran, ca sursă vegetală de produse alimentare și terapeutice, aducând un plus de beneficii economice și sociale, rezultate datorită utilizării ca sursă vegetală și oleaginoasă.

Cercetările privind valorificarea culturii de sofran în România pot continua pentru a se determina și alte posibilități de utilizare ale semințelor și uleiului produs din sofran astfel încât această plantă să poată satisface cerințele consumatorilor pentru produse naturale.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Batulescu C. (1988) - *Cercetări privind valoarea unor populații și soiuri de șofrănel (Carthamus tinctorius L.) ca material inițiat de ameliorare*, Teză de doctorat, Institutul Agronomic „I.I.de la Brad” Iași;
- [2]. Bilteanu Gh. (2001) – *Fitotehnie*, Ed. Ceres, București;
- [3]. Candolle, Alphonse (1885) - *Originea plantelor cultivate*, D. Appleton & Co: New York, p. 164.
- [4]. Zohary D. și Hopf M. (2000) - *Domesticirea plantelor în Lumea Veche*, A treia ediție, Oxford: Presa Universității, p. 211;
- [5]. Dweck A.C. (2009) - *Natura oferă gamă largă de posibilități de culoare*, Revista de îngrijire personală, pag. 61-73;
- [6]. Chadwick J. (1976) – *Lumea miceniană*, Cambridge: Presa Universității, p. 120;
- [7]. Leonte C. (1987) – *Cultura sofranelului*, Ed. Ceres, București;
- [8]. Mateas I.M., Valeriu T. (2008) - *Influența epocii de semănat asupra producției de achene și de ulei la șofrănel (Cathamus tinctorius L) în condițiile de la Timisoara*, Buletin Agir, nr. 1-2;
- [9]. Norris L.E., Collene A.L., Asp M.L., Hsu J.C., Liu L.F., Richardson J.R., Li D. și alții (2009) - *Compararea dietelor cu acid linoleic conjugat din uleiul de sofran asupra organismului la femeile în postmenopauză, obeze cu diabet zaharat tip 2*, Jurnalul American de Nutritie Clinica 90 (3): 468-76. PMID 19535429;
- [10]. Tabara V. (2005) - *Fitotehnie*, vol. I, „Plante tehnice oleaginoase și textile”, Editura Brumar, Timișoara;
- [11]. www.recolta.eu;
- [12]. <http://biofuels.dbioro.eu/sofranel.php>;
- [13]. <http://www.gazetadeagricultura.info/>

[14]. <http://www.tropicos.org/Name/2700365>
[15]. <http://www.bmj.com/content/346/bmj.e8707>
[16]. <http://www.sembiosys.com/pdf/SBS-1723-Product-FS>
(Insulin).pdf sembiosys.com.

[14]. <http://www.tropicos.org/Name/2700365>
[15]. <http://www.bmj.com/content/346/bmj.e8707>
[16]. <http://www.sembiosys.com/pdf/SBS-1723-Product-FS>
(insulina). pdf sembiosys.com.

NEW SOURCES OF PHYTOTHERAPEUTIC AND NUTRACEUTICAL PRODUCTS FROM ENERGETICAL PLANTS IN ROMANIA

NOI SURSE DE PRODUSE FITOTERAPEUTICE ȘI NUTRACEUTICE DIN PLANTE ENERGETICE ÎN ROMÂNIA

PhD. Ch. Popescu C.¹⁾, Eng. Muscalu A.²⁾, Biol.Pruteanu A.²⁾

¹⁾ S.C. HOFIGAL S.A.; ²⁾ INMA Bucharest

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

Abstract: Supplying the population with enough and healthy foodstuffs has become the main purpose of the agriculture, this being vital to maintain the production capacity. Moreover the energetical crops represents a new trend for the agriculture from Romania. By means of them can be profitably exploited the lands unfavorable to agricultural crops. Also due to the strong artificialisation of the life, have been intensified the efforts for finding of natural remedies that, due to the bioactive substances that they contain, are particularly helpful in treating the various diseases. Thus, widening the assortments of products and pharmaceutical preparations of vegetal origin became a necessity. In the presented context, this paper aims at extension of the application range of some energy plants cultivated in Romania. For this, several measurements were performed relating to the content of of: minerals, heavy metals etc. to evaluate the possibilities of usage of these plants as sources of phytotherapeutical or nutraceutical products.

Keywords: energy plants, nutraceutical products, phytotherapeutical products

INTRODUCTION

Energy crops have been defined as being the agricultural crops used to obtain the following products:

- biofuels;
- thermal and electrical energy from biomass [9].

In Romania, the energy crops intended for the production of biomass used to produce thermal and electrical energy are regulated by law[8].

During the last period, the energetical crops have proven that in our country also the agricultural business can become profitable when the investors adapt themselves to fully exploit the available resources.

We shall present some of the benefits of the most popular energetic plants cultivated in Romania.

Advantages of using the energy willow (*Salix viminalis* *energo*) are:

- it can be cultivated in floodplains, in compromised areas around sewage treatment plants in areas with landslides etc.;
- minimal maintenance costs (culture requires care only in the first year, but last approximately 30 years);
- in other countries, in addition to energetic utilisations is used as a source of cellulose or for the production of methanol [6].
- has properties of phytoremediation of the soil, reducing its contamination [7].

Rezumat: Aprovizionarea populației cu alimente suficiente și sănătoase a devenit scopul principal al agriculturii, acesta fiind esențial pentru menținerea capacității de producție. Totodată culturile de plante energetice reprezintă o nouă tendință pentru agricultura din Romania. Prin intermediul lor se pot exploata profitabil terenuri defavorabile culturilor agricole. De asemenea datorită puternicei artificializării a vieții, s-au intensificat eforturile pentru găsirea de remedii naturale care, datorită substanțelor bioactive pe care le conțin, sunt deosebit de utile în tratarea diverselor afecțiuni. Astfel, lărgirea sortimentelor de produse și preparate farmaceutice, de origine vegetală a devenit o necesitate. În contextul prezentat, lucrarea își propune extinderea domeniului de utilizare a unor plante energetice cultivate în Romania. Pentru aceasta s-au efectuat mai multe determinări referitoare la conținutul de: minerale, metale grele, principii active, etc., pentru evaluarea posibilităților de întrebuințare a acestor plante, ca surse de produse fitoterapeutice sau nutraceutice.

Cuvinte cheie: plante energetice, produse fitoterapeutice, produse nutraceutice

INTRODUCERE

Culturile energetice au fost definite ca fiind culturile agricole utilizate pentru obținerea următoarelor produse:

- biocombustibili;
- energie termică și electrică produsă din biomasă [9].

În România, culturile energetice destinate producției de biomasă utilizată în scopul producerii de energie termică și electrică sunt reglementate prin lege[8].

În ultima perioada, culturile de plante energetice au dovedit că și la noi afacerile în agricultură pot deveni profitabile atunci când investitorii se adaptează pentru a putea exploata la maximum resursele de care dispun. Vom prezenta câteva dintre avantajele celor mai populare plante energetice cultivate în România.

Avantajele utilizării salciei energetice (*Salix viminalis* *energo*) sunt:

- se poate cultiva în zonele inundabile, în spațiile compromise din jurul stațiilor de epurare, în zonele cu alunecări de teren etc;
- costuri de mentenanță minime (cultura necesită îngrijire doar în primul an, însă rezistă aproximativ 30 de ani);
- în alte țări pe lângă utilizările energetice este utilizată ca sursă de celuloză sau pentru producerea metanolului [6].
- are proprietăți de fitoremediere a solului, reducând contaminarea acestuia [7].

- elephant grass / Chinese reed (*Miscanthus giganteus*) offers the following advantages:
- multiple usage as chips or pressed (pellets, briquettes), furniture, cellulose;
- usage in building materials industry in the form of panels for walls, indoor and outdoor plastering, roof tiles, insulation boards;
- substitute of straws in strawberry crops or instead of straws and sawdust for horses and small animals [1];
- represents a key culture candidate to be used in the processes of converting biomass into liquid for the production of liquid fuels and of chemical substances for thermochemical conversion [3].

The sorghum (*Sorghum bicolor*), which is cultivated in several varieties, has multiple usages: in feeding, in the obtaining of starch, sugar, alcohol, beer, vinegar, and more recently in obtaining of biofuels. To these can be added the obtaining of brooms, wickerwork, cellulose and other. Also, the sorghum is resistant to drought and can capitalize the sandy terrains and sandy-clay soils, those exposed to erosion, those acidic (pH 4.5) and alkalines (pH 8-9) [5].

Another example of old cultures are used in new applications are the plants of *Cynara* genus, (*Cynara scolymus* - artichoke and *Cynara cardunculus* - the cardoon), known since antiquity. In the origin areas contiguous to the Mediterranean Sea, these perennial plants are used for food consumption of inflorescences, sometimes of the petiole as well as of the leaves main ridge, in etiolated condition or of the fleshy package of the roots.

In our country the artichokes is cultivated on small areas, as a medicinal plant, being less used as vegetable plant. The cardoon was not cultivated to us. At present only some foreign investors have begun to cultivate it in order to use that as source of energy [2].

Recently, the interest in these cultures has increased because it offers a wide range of different uses:

- production of lignocellulosic biomass (solid biofuel) possibly as pellets for heating;
- production of biofuels from seeds;
- the extracted oil can be intended for human consumption;
- the roots represents a rich source of inuline, with alimentary and nonalimentary use;
- use of leaves in phytotherapy (hepatobiliary disorders) due to its high polyphenol content [4].

In this work were studied from several points of view different parts or organs of some energetic plants, for the evaluation of some possibilities of satisfying the consumer demands for natural products.

MATERIALS AND METHOD

Energetic plants were cultivated experimentally by INMA Bucharest. The species studied were: sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum*), Chinese reed / grass elephant (*Miscanthus giganteus*), energetic willow (*Salix viminalis* *energo*).

The samples were collected from experimental fields, being called by the type of content as follows:

- ✓ Sample 1: Sweet sorghum - leafs;

- iarba elefantului / trestia chinezeasca (*Miscanthus giganteus*) prezinta urmatoarele avantaje:
- utilizare multipla ca tocatura sau presata (pelete, brichete), industria mobilei, celuloza;
- utilizare in industria materialelor de constructii sub forma de panouri pentru pereti, tencuiala interioara si exterioara, tige, placi de izolare;
- inlocuitor de paie in culturile de capsuni sau in loc de paie si rumegus pentru cai si animale mici [1];
- reprezinta o cultură cheie candidat pentru a fi utilizata în procesele de conversie a biomasei în lichid pentru producerea combustibililor lichizi si a substantelor chimice de conversie termochimica.[3]

Sorgul (*Sorghum bicolor*), care se cultiva in mai multe varietati are multiple întrebuintări: în furajare, în obținerea de amidon, zahăr, alcool, bere, oțet, iar mai nou în obținerea biocombustibililor. La acestea se mai poate adăuga obținerea de mături, împletituri, celuloză și altele. Deasemenea, sorgul rezista la seceta si poate valorifica terenurile nisipoase și nisipo-lutoase, cele supuse eroziunii, cele acide (pH 4,5) și alcaline (pH 8-9) [5].

Un alt exemplu de culturi vechi utilizate in aplicatii noi sunt plantele din genul *Cynara*, (*Cynara scolymus*- anghinarea si *Cynara cardunculus*-cardonul), cunoscute inca din antichitate. În zonele de origine învecinate Mării Mediterane, aceste plante perene sunt utilizate pentru consumul alimentar al inflorescențelor, uneori al pețiolului, precum și al nervurii principale a frunzelor, în stare etiolată sau a coletului cărnos al rădăcinilor.

În țara noastră anghinarea se cultivă pe suprafețe mici, ca plantă medicinală, fiind puțin utilizată ca plantă legumicolă. Cardonul nu s-a cultivat la noi. În prezent doar unii investitori străini au început să-l cultive în scopul utilizărilor ca sursă energetică [2].

Recent, interesul pentru aceste culturi a crescut, deoarece ofera o gama larga de utilizari diferite:

- producerea de biomasa lignocelulozica (biocombustibil solid) eventual ca pelete pentru incalzire;
- producerea de biocombustibili din seminte;
- uleiul extras poate fi destinat consumului uman;
- radacinile reprezinta o sursa bogata de inulina, cu utilizari alimentare si nonalimentare;
- utilizarea frunzelor in fitoterapie (afectiuni hepato-biliare) datorita continutului ridicat de polifenoli [4].

În lucrare au fost studiate din mai multe puncte de vedere diferite parti sau organe ale unor plante energetice, pentru evaluarea unor posibilitati de satisfacere a cerintelor consumatorilor pentru produse naturale.

MATERIALE ȘI METODA

Plantele energetice au fost cultivate experimental de INMA Bucuresti. Speciile studiate au fost: sorg zaharat (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum*), stof chinezesc/ iarba elefantului (*Miscanthus giganteus*), salcie energetica (*Salix viminalis* *energo*).

Probele au fost prelevate din campurile experimentale, fiind denumite functie de tipul de continut astfel:

- ✓ Proba 1: Sorg zaharat - frunze;

- ✓ Sample 2: Sweet sorghum - stalks;
 - ✓ Sample 3: Sweet sorghum - inflorescences;
 - ✓ Sample 4: Miscanthus – leaves;
 - ✓ Sample 5: Miscanthus– stalks;
 - ✓ Sample 6: Energetic willow - young twigs;
- These samples were analyzed in order to determine:
- the content in the following microelements: Ca, Mg, Na, K, Mn, Fe, Zn, Cu, Pb, Cd [mg/100g];
 - humidity [%];
 - ash [%];
 - the content in total polyphenols expressed in the ratio Caffeic acid / Chlorogenic acid;
 - the total flavonoid content, expressed in rutin [%];
 - directly reductive sugars [%];
 - total sugars [%];
 - the content in salicin [%].

The samples were taken at time t_1 and time t_2 , respecting the content type and implicitly the names. The determinations carried out initially at t_1 were repeated at t_2 (after an interval of 30 days) in order to follow the evolution in terms of quantity of certain microelements and compounds.

At each moment t_1 and t_2 , were prepared 3 (three) sets of samples for each of the six (6) types of samples that were analyzed immediately after sampling.

The determinations were performed according to the procedures imposed by the QMS of the SC HOFIGAL S.A.

RESULTS

For each determination performed at the time t_1 , respectively at the time t_2 , for each sample, the final result represents the arithmetic mean of three determinations.

In Figure 1 are presented comparatively, according to sample, the values of some components expressed as a percentage that were determined for the samplings from the time t_1 .

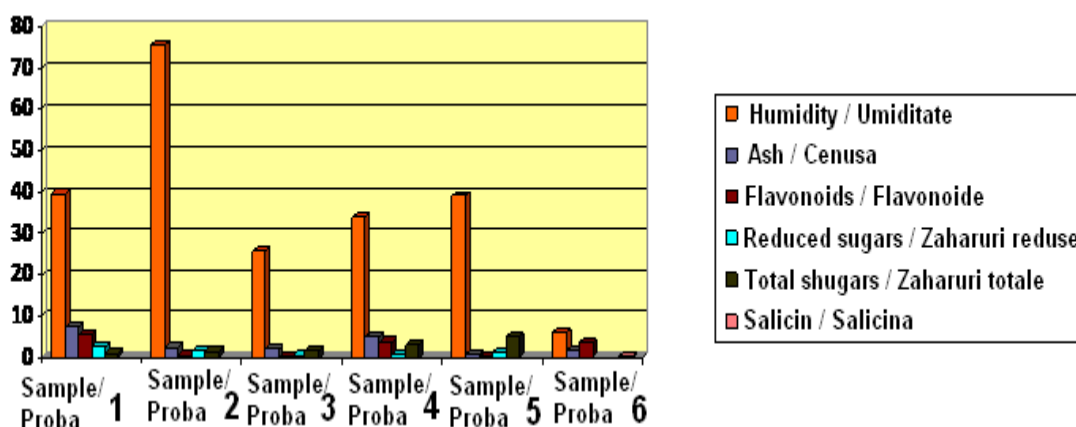


Fig. 1 – The values of certain components for each sample type at time t_1 / Valorile anumitor componente pentru fiecare tip de proba, la momentul t_1

In Figure 2 are presented comparatively, according to sample, the values of some components expressed as a percentage, which were determined for the samplings at the moment t_2 .

- ✓ Proba 2: Sorg zaharat - tulpini;
- ✓ Proba 3: Sorg zaharat - inflorescente;
- ✓ Proba 4: Miscanthus – frunze;
- ✓ Proba 5: Miscanthus– tulpini;
- ✓ Proba 6: Salcie energetica – ramuri tinere;

Aceste probe au fost analizate pentru a se determina:

- continutul in urmatoarele microelemente: Ca, Mg, Na, K, Mn, Fe, Zn, Cu, Pb, Cd [mg/100g];
- umiditatea [%];
- cenusa [%];
- continutul in polifenoli totali, exprimat in raportul Acid cafeic/Acid clorogenic;
- continutul in flavonoide totale, exprimat in rutin [%];
- zaharurile direct reductoare [%];
- zaharurile totale [%];
- continutul in salicina [%].

Probele au fost prelevate la timpul t_1 si la timpul t_2 , respectandu-se tipul de continut si implicit denumirile. Determinarile efectuate initial la t_1 au fost repetate la t_2 (dupa un interval de 30 de zile), pentru a se urmari evolutia din punct de vedere cantitativ a anumitor microelemente si compusi.

La fiecare moment t_1 si t_2 , au fost pregatite cate 3 (trei) randuri de probe, pentru fiecare din cele 6 (sase) tipuri de probe, ce au fost analizate imediat dupa prelevare.

Determinarile au fost efectuate conform procedurilor impuse de SMC al S.C. HOFIGAL S.A.

REZULTATE

Pentru fiecare determinare efectuata la momentul t_1 , respectiv momentul t_2 , pentru fiecare dintre probe, rezultatul final reprezinta media aritmetica a trei determinari.

In figura 1 sunt prezentate comparativ, functie de proba, valorile unor componente, exprimate procentual, ce au fost determinate pentru prelevarile de la momentul t_1 .

In figura 2 sunt prezentate comparativ, functie de proba, valorile unor componente exprimate procentual, ce au fost determinate pentru prelevarile de la momentul t_2 .

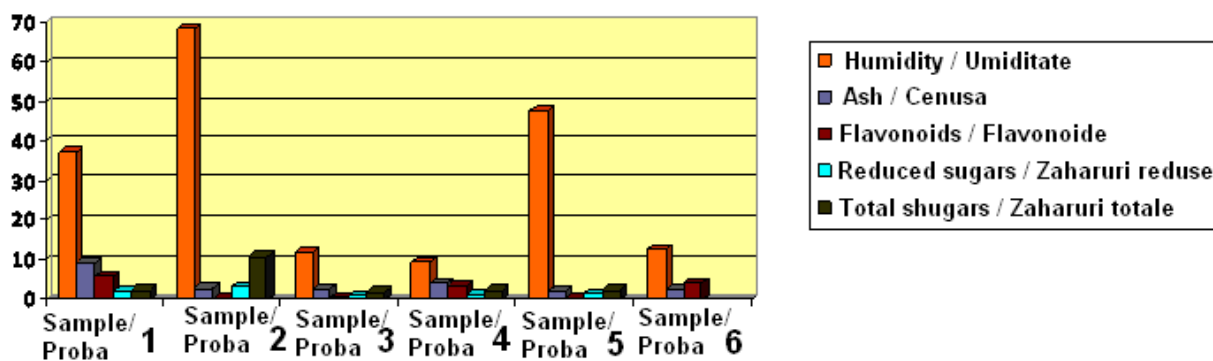


Fig. 2 – . The values of certain components for each sample type at time t_2 (after 30 days to t_1) / Valorile anumitor componente pentru fiecare proba, la momentul t_2 (după 30 de zile față de t_1)

In table 1 is presented for each sample, the content of polyphenols, which have been determined to be sampled corresponding to each moment.

In table 2 is presented for each sample, the content of microelements, which were determined for the samplings at the moment t_1 respectively at the moment t_2 .

In tabelul nr. 1 este prezentat pentru fiecare proba, continutul de polifenoli, care au fost determinati pentru prelevările corespunzătoare fiecărui moment.

In tabelul nr. 2 este prezentat pentru fiecare proba, continutul de microelemente, ce au fost determinate pentru prelevările de la momentul t_1 , respectiv de la momentul t_2 .

Table 1 / Tabel 1

Variation in total polyphenols content for each sample between t_1 and t_2 /
Variatia conținutului de polifenoli totali pentru fiecare proba între t_1 și t_2

Characteristic / Caracteristica	Proba / Sample 1	Proba / Sample 2	Proba / Sample 3	Proba / Sample 4	Proba / Sample 5	Proba / Sample 6
Total polyphenols content at t_1 (expressed in Caffeic acid / Chlorogenic acid) / Continut polifenoli totali la t_1 (exprimat in Acid cafeic/Acid clorogenic)	0.88/1.78 / 0,88/1,78	0.064/0.13 / 0,064/0,13	0.082/0.166 0,082/0,166	0.66/1.32 / 0,66/1,32	0.03/0.06 / 0,03/0,06	1.26/2.52 / 1,26/2,52
Total polyphenols content at t_2 (expressed in Caffeic acid / chlorogenic acid) / Continut polifenoli totali la t_2 (exprimat in Acid cafeic/Acid clorogenic)	1.08/2.19 / 1,08/2,19	0.05/0.11 0,05/0,11	0.065/0.13 / 0,065/0,13	0.89/1.79 / 0,89/1,79	0.80/1.61 / 0,80/1,61	2.7/5.45 2,7/5,45

Table 2 / Tabel 2

Variation of microelements content of each sample between t_1 and t_2 /
Variatia conținutului de microelemente pentru fiecare proba între t_1 și t_2

Crt. no. / Nr. crt.	Sample denomination / Denumire proba	Moment / Moment	Microelements content / Conținut microelemente [mg/100g]						
			Ca	Mg	Na	K	Mn	Fe	Zn
1	Sample / Proba 1	t_1	120	15	32	1030	1.4 / 1,4	1.6 / 1,6	3.0 / 3,0
		t_2	200	14	30	500	0.7 / 0,7	<2	2.8 / 2,8
2	Sample / Proba 2	t_1	480	40	35	1100	1.7 / 1,7	28	8.5 / 8,5
		t_2	700	30	70	170	1.7 / 1,7	15	8.5 / 8,5
3	Sample / Proba 3	t_1	3	56	10	250	0.9 / 0,9	6	4.0 / 4,0
		t_2	60	80	30	280	0.9 / 0,9	8	4.7 / 4,7
4	Sample / Proba 4	t_1	230	38	90	720	<0.5 / 0,5	14.8 / 14,8	5.7 / 5,7
		t_2	230	30	70	120	<1	2.5 / 2,5	4.8 / 4,8
5	Sample / Proba 5	t_1	7	10	9	180	<0.5 / 0,5	1.1 / 1,1	1.6 / 1,6
		t_2	540	40	120	100	<1	8	2.3 / 2,3
6	Sample / Proba 6	t_1	310	130	42	450	1	20	6.0 / 6,0
		t_2	2000	250	60	300	1.6 / 1,6	20	2.8 / 2,8

For all samples were carried out analyzes to determine the heavy metals (Cu, Pb, Cd), but their presence has not been detected.

Pentru toate probele prelevate s-au efectuat analize pentru determinarea metalelor grele (Cu, Pb, Cd), dar nu a fost depistată prezenta acestora.

CONCLUSIONS

Samples 1, 4 and 6 had from the beginning a higher content of bioactive substances (polyphenols and flavonoids).

For these samples, the content of bioactive substances has had an ascending trend in the period of 30 days between those two samplings. Energetic willow sample 6 had the highest content of polyphenols, which doubled in this period, at the expense of salicin content that greatly decreased.

Due to the content of active principles, the sorghum leaves, Chinese reed leaves and young branches of willow can be used as phytotherapeutical sources. In addition willow also contains salicin, known since antiquity.

The microelements are minerals with a real and potential vitality both in plant and animal life and of human. Variation in microelements content for each analyzed sample is important because:

- minerals enter in the component of enzymes, vitamins, hormones;
- stimulates the synthesis of starch, sugar, pectin, nucleic acids, parotids, fats etc;
- serve as catalysts in the metabolism of plants, accelerating the biochemical processes within the body.

Therefore, the mineral content is necessary for the plant nutrition and protection but also to improve the quality of nutraceutical products for which these plants can constitute natural sources.

Following the conducted studies it highlights the possibility of using also in Romania of some energetic plants as vegetal sources of phytotherapeutical or nutraceutical products, generating an additional economic and social benefits, besides those known, resulted due to their use as an energetical source.

The research presented in this communication will be continued in order to determine the optimal harvest time so that they will be appropriate in terms of energetic properties, but in the meantime to have a high content of active principles and micro elements.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Barry C., Finnan J., Easson L. (2010) - *Miscanthus best practices guidelines*, ISBN 1-84170-574-8;
- [2]. Belomenou E. (2011) - *Research on the use of plants of the genus Cynara (Cynara scolimus and Cynara cardunculus) as source of vegetable, nutraceutical and energetical products*, PhD thesis, UASMV Buc;
- [3]. Brosse N., Dufour A (2012) - *Miscanthus: a fast-growing crop for biofuels and chemicals production* Biofuels, Bioprod. Bioref. Vol. 6, Issue 5, pag 580–598;
- [4]. Christaki E., Bonos E., Florou-Paneri P. (2012) *Nutritional And Functional Properties of Cynara Crops and Their Potential Applications: A Review*, International Journal of Applied Science and Technology Vol. 2 No. 2; Feb 2012, pg.64-70, ISSN 2221-0997.
- [5]. Dragomir N. - (2009) *The bicolor sorghum (L) Moench*, Agricultural technologies, The FARM journal, April 2009;
- [6]. Garaiman R. (2013) - *Energetic plants - the new trend in agriculture* - feb. 2013 (www.busines24.ro);
- [7]. Mleczek M., Kozłowska M. - *Influence of Ca/Mg ratio on*

CONCLUZII

Probele 1, 4 si 6 au avut de la inceput un continut mai ridicat de substante bioactive (polifenoli si flavonoide).

Pentru aceste probe, continutul de substante bioactive a avut o evolutie ascendenta in intervalul de 30 de zile dintre cele 2 prelevări. Proba 6 salcia energetica, a avut cel mai mare continut de polifenoli, care s-a dublat in acest interval, in detrimentul continutului de salicina care a scazut foarte mult.

Datorita continutului de principii active, frunzele de sorg, frunzele de stof chinezesc si ramurile tinere de salcie pot fi utilizate ca surse fitoterapeutice. In plus salcia contine si salicina, cunoscuta inca din antichitate.

Microelementele sunt substante minerale cu o vitalitate reala si potentiala atat in viata plantelor si animalelor cat si a omului. Variatia continutului de microelemente pentru fiecare proba analizata este importanta deoarece:

- mineralele intra in componenta unor enzime, vitamine, hormoni;
- stimuleaza sinteza: amidonului, zaharului, pectinei, acizilor nucleici, protidelor, grasimilor etc;
- servesc drept catalizatori in metabolismul plantelor, accelerand procesele biochimice in organism.

Asadar, continutul de minerale este necesar pentru nutritia si protectia plantelor dar si pentru imbunatatirea calitatii produselor nutraceutice, pentru care aceste plante pot constitui surse naturale.

In urma studiilor efectuate se evidentiaza posibilitatea utilizarii si in Romania a unor plante energetice ca surse vegetale de produse fitoterapeutice sau nutraceutice, generand un plus de beneficii economice si sociale, pe langa cele cunoscute, rezultate datorita utilizarii lor ca surse energetice.

Cercetarile prezentate in aceasta comunicare vor fi continuate pentru a determina momentul optim de recoltare, astfel incat ele sa corespunda din punct de vedere al proprietatilor energetice, dar in acelasi timp sa aiba un continut ridicat de principii active si micro elemente.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Barry C., Finnan J., Easson L. (2010) - *Ghidul celor mai bune practici pentru Miscanthus*, ISBN 1-84170-574-8;
- [2]. Belomenou E. (2011) - *Cercetari privind utilizarea unor plante din genul Cynara (Cynara scolimus si Cynara cardunculus) ca surse de produse legumicole, nutraceutice si energetice*, Teza de doctorat, UASMV Buc;
- [3]. Brosse N., Dufour A (2012) - *Miscanthus: o cultură cu creștere rapidă pentru producția de biocombustibili și substanțe chimice*, Biocarburanți, Bioprod. Bioref. Vol. 6, Ediția 5, pag. 580–598;
- [4]. Christaki E., Bonos E., Florou-Paneri P. (2012) *Proprietățile nutritive și funcționale ale culturilor de Cynara și aplicațiile potențiale ale acestora: O revizuire*, Jurnalul International de Științe Aplicate și tehnologie Vol. 2 Nr. 2; Feb 2012, pg.64-70, ISSN 2221-0997.
- [5]. Dragomir N. - (2009) *Sorgul-Sorghum bicolor (L) Moench*, Tehnologii agricole, revista Ferma, aprilie 2009;
- [6]. Garaiman R. (2013) - *Plantele energetice noua tendinta in agricultura* – feb. 2013 (www.busines24.ro);
- [7]. Mleczek M., Kozłowska M. - *Influenta raportului Ca /*

phytoextraction properties of Salix viminalis L. The effectiveness of Cd, Cu, Pb, and Zn bioaccumulation and plant growth Int J Phytoremediation.2012 Jan;14(1):75-88;
[8]. Order no. 864/2013 Ministry of Agriculture and Rural Development;
[9]. Regulation (CE) no.1782/2003. Art.88;

Mg privind proprietățile fitoextrației de Salix viminalis L. Eficacitatea Cd, Cu, Pb, și bioacumularea de Zn și creșterea plantelor Inst. de Fitoremediere. Ian. 2012;14(1):75-88;
[8]. Ordin nr. 864/2013 Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale;
[9]. Regulament (CE) nr.1782/2003. Art.88;

FLOATING STATION FOR REAL-TIME MONITORING OF RIVERS' WATER QUALITY

STAȚII FLOTABILE PENTRU MONITORIZAREA ÎN TIMP-REAL A CALITĂȚII APEI RÂURILOR

Ph.D. Stud. Eng. Vîlcu C.¹⁾, Prof. Ph.D. Eng. Voicu Gh.²⁾, Prof. Ph.D. Eng. Paraschiv G.²⁾, Ph.D. Eng. Lehr C.³⁾,
Ph.D. Eng. Vlad G.⁴⁾, Ph.D. Eng. Petcu R.¹⁾, Ph.D. Stud. Vlăduca I.

¹⁾INCD Turbomotoare COMOTI, Bucharest / Romania; ²⁾P.U. Bucharest / Romania; ³⁾INCD ECOIND, Bucharest / Romania;

⁴⁾ICPE BISTRITA SA, Bistrita-Năsăud / Romania

Tel: 0720.392341; E-mail: constantin.valcu@comoti.ro

Abstract: The paper presents a comparative study regarding the advantages and disadvantages of using floating structures in the networks of rivers' water quality monitoring. The monitoring station described represents a newly designed floating structure, "Buoy Monitoring" model, for the continuous monitoring of surface waters. Autonomous and adaptable to meteorological conditions in situ for the areas with continental climate, the floating station is designed for the real-time monitoring of the quality indicators of rivers' water and is able to work with reduced maintenance in isolated locations. The floating structure, with possibility of immersion for protection against frost incorporates the multi-parameter probes and the hardware-software system of data (quality indicators) acquisition, processing and wireless transmission for the monitored water body. The evaluation of the river's water "health status" is thus made continuously in situ with the scope of warning in case of ecological risk for the situations of accidental pollution of the investigated environment. The monitoring of the quality of surface waters and especially of the water of the rivers in the sections used for the crops irrigation is an activity with beneficial implications on human health.

Keywords: Real Time Water Quality Monitoring, River Monitoring System

INTRODUCTION

Today, the integrated systems of surface waters quality monitoring are real-time systems which perform continuously the physicochemical and biological structural monitoring of the water body. In case of ecological risk, for situations of accidental pollution, the system warns in deterministic time the decision factors in order to reduce the impact and the negative effects. The dynamic monitoring in situ is made through a network of sensors distributed after the micro-scale placing topography in the investigated impact area. The monitoring of the environment according to the Environment Protection Law from the 29.12.1995, represents a "system of surveillance, prognosis, warning and intervention, which takes into consideration the systematic evaluation of the qualitative features' dynamics of the environmental factors, in order to acknowledge these ones' quality status and ecological significance, the evolution and social implications of the changes produced, followed by measures which are necessary" [1, 3].

Today's tendency in the design and/or realization of the systems of environment integrated monitoring (fig. 1) is of decentralizing through data measuring and validation directly in situ, of these ones' "on-line" transmission to the regional centres for "off-line" processing and analysis, of performing in real time the warnings to environment protection agencies and institutions for emergency situations when the medium values of environment pollutants exceed the values of the alert thresholds prescribed by European laws. It is thus obtained a high quality informational global network of the ecosystem's real status. [2, 4] Water abiotic environmental factor is essential

Rezumat: În lucrare se prezintă un studiu comparativ privind avantajele și dezavantajele utilizării structurilor flotabile în rețelele de monitorizare a calitatii apei râurilor. Stația de monitorizare descrisă reprezintă o structură flotabilă de concepție nouă, model „Buoy Monitoring”, pentru monitorizarea continuă a apelor de suprafață. Autonomă și adaptabilă la condițiile meteorologice din situ pentru zonele cu climat temperat-continental, stația plutitoare este destinată monitorizării în timp real a indicatorilor de calitate ai apei râurilor și poate funcționa cu mentenanță redusă în locații insularizate. Structura flotabilă și cu posibilitate de imersare pentru protecția la îngheț încorporează sondele multiparametru și sistemul hardware-software de achiziție, prelucrare și transmitere wireless a datelor (indicatorii de calitate) pentru corpul de apă monitorizat. Evaluarea „stării de sănătate” a apei râului se face astfel în mod continuu in situ în scopul avertizării în caz de risc ecologic pentru situațiile de poluare accidentală a mediului investigat. Monitorizarea calitatii apelor de suprafață și în special a apei râurilor din secțiunile utilizate pentru irigația culturilor agricole este o activitate cu implicații benefice asupra sănătății umane.

Cuvinte cheie: Monitorizarea în timp-real a calitatii apei, Sistem de monitorizare a apei râului

INTRODUCERE

În prezent, sistemele integrate de monitorizare a calitatii apelor de suprafață sunt sisteme de timp real care realizează în mod continuu supravegherea structurală fizico-chimică și biologică a corpului de apă. În caz de risc ecologic, pentru situații de poluare accidentală, sistemul avertizează în timp determinist factorii de decizie în scopul diminuării impactului și a efectelor negative. Monitorizarea dinamică in situ se face printr-o rețea de senzori distribuiți după topografia de amplasare la microscara în zona de impact investigată. Monitorizarea mediului conform Legii Protecției Mediului din 29.12.1995, reprezintă un "sistem de supraveghere, prognoza, avertizare și intervenție, care are în vedere evaluarea sistematică a dinamicii caracteristicilor calitative ale factorilor de mediu, în scopul cunoașterii stării de calitate și semnificației ecologice a acestora, evoluției și implicațiilor sociale ale schimbărilor produse, urmate de măsuri care se impun" [1, 3].

Tendința actuală în proiectarea și/sau realizarea sistemelor de monitoring integrat de mediu (fig. 1) este de descentralizare prin măsurarea și validarea datelor direct in situ, de transmitere a acestora „on-line” la centrele regionale pentru prelucrare și analiză „off-line”, de realizare în timp real a avertizărilor către agențiile de protecția mediului și instituțiile pentru situațiile de urgență atunci când valorile medii ale poluanților mediului depășesc valorile pragurilor de alertare prescrise prin normele europene. Se obține astfel o rețea globală informațională de calitate a stării reale a ecosistemului [2, 4]. Factorul de mediu abiotic-apă este esențial în acest

in this context. Designing low-cost stations as fast monitoring and warning instrument for water environment component can be considered opportune not only for the development of the Integrated Monitoring System of Waters in Romania – SMIAR but also for the agricultural environment, fish farming or food industry.

context. Conceperea unor stații „low-cost” ca instrument de monitorizare-avertizare rapidă pentru componenta de mediu apă poate fi considerată oportună nu numai pentru dezvoltarea sistemului de monitoring integrat al apelor din România – SMIAR ci și pentru mediul agricol, piscicultura ori industria alimentară.



Fig. 1 – Information infrastructure of the real-time monitoring network and warning in case of ecological risk / Infrastructura informatica a rețelei de monitorizare in timp-real și de avertizare in caz de risc ecologic

STATIONS AND METHODS FOR MONITORING RIVERS' WATER QUALITY

The classical method for monitoring rivers' water quality is made by taking samples and laboratory analyses. Although it offers a better accuracy, the method is expensive in time and cost (samples collection and transport for complex laboratory analyses). It can not be replaced especially for pollutants that do not have sensors and measuring techniques to allow determinations on site. The advantages of the measurements in situ (taking samples on site) are that they offer an instantaneous quality indicator of the physicochemical and biological conditions of the investigated water body. From this point of view, the continuous monitoring is more and more frequently used. The flexibility of equipping the continuous monitoring stations depending on the monitoring needs in situ allow to obtain a large amount of data of water environment component at a low cost price. *The method of continuous monitoring allows the evaluation of the real status of river water in situ and the warning in real-time in case of ecological risk for the situations of accidental pollution.* (fig. 2)

STAȚII ȘI METODE DE MONITORIZARE A CALITĂȚII APEI RÂURILOR

Metoda clasică de monitorizare a calitatii apei râurilor se face prin prelevarea de probe și analize de laborator. Deși oferă o precizie bună, metoda este costisitoare ca timp și cost (colectarea și transportul probelor pentru analizele complexe de laborator). Prelevarea de probe de laborator nu poate fi înlocuită îndeosebi pentru poluanții care nu au senzori și tehnici de măsurare care să permită determinări la fața locului in situ. Avantajele măsurătorilor in situ (inclusiv prelevarea de probe la fața locului) sunt acelea că oferă un indicator de calitate instantaneu al condițiilor fizico-chimice și biologice al corpului de apă investigat. Din acest punct de vedere monitorizarea continuă este tot mai frecvent utilizată. Flexibilitatea echipării stațiilor de monitorizare continuă în funcție de necesitățile de monitoring in situ permit obținerea unui volum mare de date al componentei de mediu-apă la un cost scăzut. *Metoda monitorizării continue permite evaluarea stării reale a apei râului in situ și avertizarea in timp-real in caz de risc ecologic pentru situațiile de poluare accidentală.* (fig. 2)



Fig. 2 – Methods for monitoring of rivers' water quality [5] / Metode de monitorizare a calitatii apei râurilor (www.ysi.com)

The stations of the monitoring system of surface waters quality (rivers, lakes) from a hydrographical area subject to surveillance (S), operational (O) or investigation (I) monitoring are fixed or mobile, terrestrial or floating structures. The infrastructure of the monitoring and warning network of the pollution of surface flowing waters consists of the set of measuring equipments (sensors, multi-parameter probes and analyzers) of the samples for the determination of the quality indicators of the water body, reunited with the set of IT equipments

Stațiile sistemului de monitorizare a calitatii apelor de suprafață (râuri, lacuri) dintr-un areal hidrografic supus monitorizării de supraveghere (S), operațional (O) sau de investigație (I) sunt structuri fixe sau mobile, terestre sau plutitoare. Infrastructura rețelei de monitorizare și avertizare a poluării apelor curgătoare de suprafață este constituită din multimea echipamentelor de măsurare (senzori, sonde multiparametru și analizoare) a probelor pentru determinarea indicatorilor de calitate ai corpului de apă, reunită cu multimea echipamentelor IT (Data

(Data Loggers, DAQS, Station Desktop) and of auxiliary systems equipments (calibration, air-conditioning, failure electrical sources, water pumps, anti-vandalism protection) of the monitoring stations. They are included in enclosures or containers (station structure) specially compartmented and located in situ in investigation areas.

The terrestrial stations designed for the monitoring of rivers' water quality (fig. 3) are generally robust buildings situated as near as possible to water. They have large and various capacity of sensors and samples analyzers, connection facilities to the electrical network and Internet access. They need permanent operating personnel for maintenance and exploitation. The high costs of obtaining water environment component's amount of data for these stations recommend them as nodes in the monitoring relays of hydrographical basins or as regional centres of acquired data validation, analysis and processing.

Loggere, DAQS, Station Desktop) si a echipamentelor sistemelor auxiliare (calibrare, climatizare, surse electrice de avarie, pompe de apa, protectie la vandalism) ale statiilor de monitoring. Ele sunt incluse in incinte sau containere (structura statiei) special compartimentate si amplasate in situ in zonele de investigare.

Statiile terestre destinate monitorizarii calitatii apei râurilor (vezi fig. 3) sunt in general constructii robuste amplasate cat mai aproape de apa. Au capacitate mare si variata de senzori si analizoare de probe, facilitati de legare la rețeaua electrica si acces la Internet. Necesita personal operator permanent pentru intretinere si exploatare. Costurile ridicate de obtinere a volumului de date al componentei de mediu-apa pentru aceste statii le recomanda ca noduri in retele de monitorizare a bazinelor hidrografice sau ca centre regionale de validare, analiza si prelucrare a datelor achizitionate.



Fig. 3 - Land stations for monitoring of rivers' water quality [6, 7] /
Statii terestre de monitorizare a calitatii apei râurilor (a, b - www.hach-lange.ro ; c - www.nexsens.com)

The floating stations designed for the monitoring of rivers' water quality (fig. 4) are floating structures: pontoon platforms with monitoring modules (PPM); buoy monitoring (BM); autonomous underwater vehicles (AUV). They are dedicated to continuous monitoring. The embedded real-time monitoring systems make from these structures operational instruments ideal in the infrastructure optimization of the monitoring relays of surface water bodies' quality indicators (including rivers sub-system).

Statiile flotabile destinate monitorizarii calitatii apei râurilor (vezi fig. 4) sunt structuri plutitoare: platforme ponton cu module de monitorizare (PPM); geamanduri de monitorizare (BM); vehicule subacvatice autonome (AUV). Sunt dedicate monitorizarii continue. Sistemele incorporate de monitorizare in timp-real fac din aceste structuri instrumente operationale ideale in optimizarea infrastructurii rețelilor de monitorizare a indicatorilor de calitate a corpurilor de apa de suprafata (inclusiv sub-sistemul râuri).

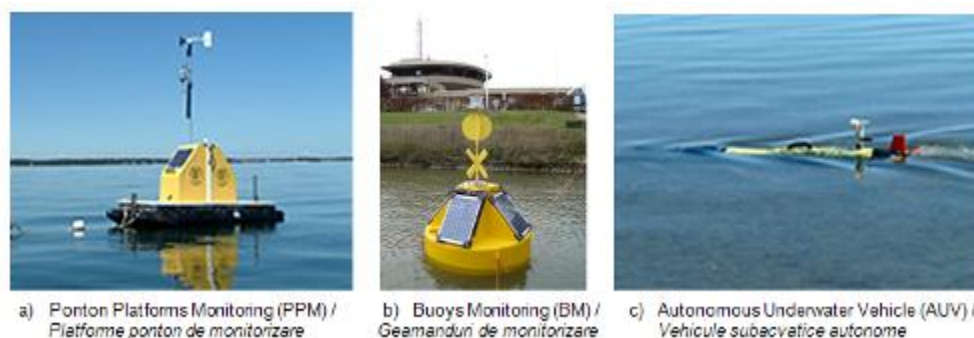


Fig. 4 – Floating stations for monitoring of rivers' water quality [5, 8] /
Statii flotabile de monitorizare a calitatii apei râurilor (a, c - www.ysi.com; b - www.anhydre.org)

BUOY MONITORING FLOATING STATION

BM structure and functioning. Embedded sub-systems of the floating structure

BM is a floating structure for the dynamic monitoring and warning of surface flowing waters' pollution (fig. 5). The structure of the floater is interiorly compartmented so that it can partially allow its automatic flooding with water at the board controller command, for total immersion and protection sinking under freezing. Two electrical generators, each of them actuated by a propeller, are

STAȚIE FLOTABILĂ - BUOY MONITORING

Componenta și funcționare BM. Sub sisteme încorporate ale structurii flotabile

BM este o structură flotabilă pentru monitorizarea dinamică și avertizarea poluării apelor curgătoare de suprafață (fig. 5). Structura plutitorului este astfel compartimentată interior încât poate permite parțial inundarea lui automată cu apa la comanda controller-ului de bord, pentru imersare totală și scufundare de protecție sub limita de îngheț. Două generatoare electrice

intubated and mounted diametrically opposed on the floating structure. Continuously immersed in the flowing water of the monitored river, the hydro-generators produce the electrical energy necessary for the BM autonomy. The BM structure is equipped with intelligent sensors (IQ) for the continuous monitoring of quality indicators and with a real time modular and scalable controller (DAQS) for the acquisition and processing of measured data. So equipped, the BM floatable structure allows "Real Time" dynamic monitoring, acquisition and processing of environmental data, these ones' remote transmission and warning (by SMS) in case of pollution.

actionate fiecare de cate o elice propulsoare, sunt intubate si montate diametral opus pe structura flotabila. Imersate continuu in apa curgatoare a raului monitorizat, hidrogeneratoarele produc energia electrica necesara autonomiei BM. Structura BM este echipata cu senzori inteligenti (IQ) pentru monitorizarea continua a indicatorilor de calitate si cu un controller modular si scalabil de timp real (DAQS) pentru achizitia si prelucrarea datelor masurate. Astfel echipata structura flotabila BM permite monitorizarea dinamica „Real-Time”, achizitia si prelucrarea datelor de mediu, transmiterea acestora la distanta si avertizarea (prin SMS) in caz de poluare.



Fig. 5 – BM floating station for the monitoring of rivers' water quality /
Statie flotabila BM de monitorizare a calitatii apei raurilor

The values of the water body parameters are continuously measured by sensors and transmitted through measuring chain (on wire) to DAQS, on-boarded on the floater. The data registration is made automatically, through the software implemented in the central unit of the modular platform, in the DB-BM local database. Simultaneously, by the wireless data transmission module, integrated in the platform configuration, it is assured the connection with the monitoring network node situated onshore and with Internet connection possibility. Thus it will be realized the real-time connection between the continuous monitoring points in situ and the stations of data processing and analysis or the hierarchically superior levels. The structure and the embedded sub-systems of the BM floating structure are presented in fig. 6.

Valorile parametrilor corpului de apa sunt masurate continuu de senzori si transmise prin lantul de masurare (pe fir) la DAQS, ambarcat pe plutitor. Inregistrarea datelor se face automat, prin software-ul implementat in unitatea centrala a platformei modulare, in baza de date locala DB-BM. Simultan, prin modulul de transmisie „wireless” a datelor, integrat in configuratia platformei, se asigura legatura cu nodul retelei de monitorizare amplasat pe tarm si cu posibilitate de legatura la Internet. Astfel se va realiza legatura in timp-real dintre punctele de monitorizare continua din situ cu statiile de prelucrare si analiza a datelor sau cu nivelele superioare ierarhic. Componenta si subsistemele incorporate ale structurii flotabile BM sunt date in fig. 6.

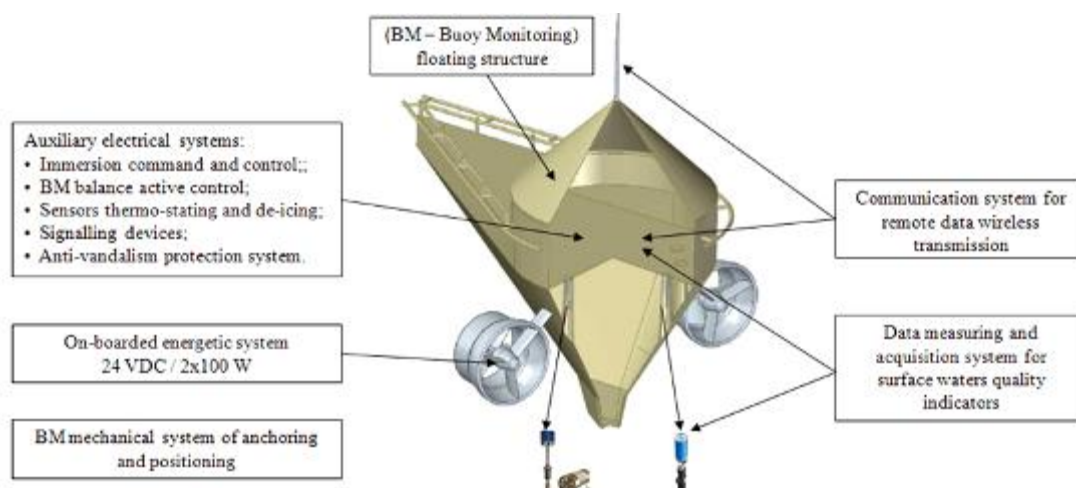


Fig. 6 – Buoy Monitoring embedded systems / Sistemele ambarcate ale Buoy Monitoring

IQ sensors for water bodies monitoring

The establishment of water quality indicators and the selection of intelligent sensors corresponding to their monitoring are made according to Environment Legislation in force. The most important water quality parameters are continuously measured and analyzed when the general features that describe the ecosystem *health status* are

Senzori IQ pentru monitorizarea corpurilor de apa

Stabilirea indicatorilor de calitate ai apei si alegerea senzorilor inteligenti corespunzatori monitorizarii lor se face in concordanta cu Legislatia de mediu in vigoare. Cei mai importanti parametri de calitate ai apei sunt masurati si analizati continuu atunci cand sunt evaluate caracteristicile generale care descriu *starea de sanatate*

evaluated. Due to sensors and new measuring techniques, many determinations in situ can be made today. The selected parameters which allow the dynamic or real-time monitoring, must give enough vital information regarding the status of the ecosystem. Per se, they can often be used as a primary measure of water body quality evaluation or they can offer an early warning regarding the deviation from the status normal conditions due to contamination, measurable ecological or biological changes. [1]

In fig. 7 there are presented intelligent sensors for the monitoring of rivers water. The parameters specification and the performances of YSI 6820V2 multi-parameter probe are:

- ROX (Optical Dissolved Oxygen): 0 to 500%;
- DO (Dissolved Oxygen): 0 to 50 mg/l;
- Conductivity: 0 to 100 mS/cm;
- pH: 2 to 14 units;
- Temperature: -5 to +50°C;
- Turbidity: 0 to 1000 NTU resolution 0.1 NTU;
- ORP: -999 to +999 mV, resolution 0.1 mV;
- Depth: 0 to 61m, resolution 0.001 m;
- Ammonium/ammonia/Nitrate/nitrogen: 0 to 200 mg/L-N;
- Chloride: 0 to 1000 mg/l, resolution 0.001 to 1 mg/l;
- Rhodamine: 0 to 200 µg/l, resolution 0.1 µg/l;
- Chlorophyll: 0 to 400 µg/l, resolution 0.1 µg/l. [5]

The multi-parameter probes consist of a battery of sensors mounted in a single device, easy to install in situ. Used in the integrated monitoring systems, they allow a dynamic monitoring (live) of the quality indicators of surface waters.

a ecosistemului. Datorita senzorilor si a tehnicilor noi de masurare, astazi se pot face multe determinari in situ. Parametrii selectati care permit monitorizarea dinamica sau in timp real, trebuie sa dea informatii vitale suficiente privind starea ecosistemului. Ca atare, adesea, ei pot fi utilizati ca o masura primara de evaluare a calitatii corpului de apa sau sa ofere o avertizare timpurie privind devierea de la conditiile normale de stare din cauza contaminarii, schimbarilor ecologice sau biologice masurabile. [1]

In figura 7 sunt prezentati senzori inteligenti pentru monitorizarea apei raurilor. Specificatia parametrilor si performantele sondei multiparametru YSI 6820V2 sunt:

- ROX (Optical Dissolved Oxygen): 0 la 500%;
- Oxigen Dizolvat: 0 la 50 mg/l;
- Conductivitate: 0 la 100 mS/cm;
- pH: 2 la 14 units;
- Temperatura: -5 la +50°C;
- Turbiditate: 0 la 1000 NTU rezolutie 0.1 NTU;
- Potential Redox: -999 la +999 mV, rezolutie 0.1 mV;
- Adancime: 0 la 61m, resolution 0.001 m;
- Amoniu/amoniac/nitrat/azot: 0 la 200 mg/L-N;
- Chloride: 0 la 1000 mg/l, rezolutie 0.001 la 1 mg/l;
- Rodamina: 0 la 200 µg/l, rezolutie 0.1 µg/l;
- Clorofila: 0 la 400 µg/l, rezolutie 0.1 µg/l. [5]

Sondele multiparametru se compun dintr-o baterie de senzori montati intr-un singur aparat, usor de instalat in situ. Utilizate in sistemele de monitoring integrat permit o monitorizare dinamica (live) a indicatorilor de calitate a apelor de suprafata.



Fig. 7 – Multi-parameter probes for water quality monitoring [9, 5] / Sonde multiparametru pentru monitorizarea calitatii apei (a, b - www.intellitect-water.co.uk; c - www.ysi.com)

BM hardware and software

For the evaluation of water quality, the number of sensors and measuring lines in unified analogical signal is generally of $40 \pm 10\%$, depending on the monitoring scope and program. For this fact, it has been integrated as hardware a National Instruments [10] modular platform, scalable for the flexibility of the application, CompactRIO System model, which will represent the DAQS of the BM in situ. This one allows through the elaborated program the automatic load of the local database implemented in the NI platform of the BM. The data server of the integrated system of real time monitoring and warning of water quality from the monitored area of the investigated hydrographical basin will be situated onshore in the monitoring network node where there is the possibility of Internet connection. The configuration of DAQS-BM modular platform of the system of environmental data acquisition and processing for the real-time application of surface waters' quality monitoring is given in fig. 8a). The platform has 4 modules, each of 16 channels/modules with ± 20 mA analogical signal input (64 measuring channels), a module with 32 channels with digital inputs and 8 channels with digital outputs. These digital inputs/outputs modules allow through the software implemented in the DAQS platform's controller, the automatic operation of the BM embedded sub-systems (immersion command and control, BM balance system active control, sensors automatic

Hardware si software BM

Pentru evaluarea calitatii apei, numarul senzorilor si al liniilor de masurare in semnal analogic unificat este in general de $40 \pm 10\%$, in functie de scopul si programul monitorizarii. Pentru acest fapt s-a integrat ca hardware o platforma modulara National Instruments [10], scalabila pentru flexibilitatea aplicatiei, model CompactRIO System, care va reprezenta DAQS al BM-ului din situ. Software-ul corespunzator implementat este LabVIEW Real-Time application. Acesta permite prin programul elaborat incarcarea automata a bazei de date locale implementate in platforma NI a BM. Serverul de date al sistemului integrat de monitorizare-avertizare in timp-real a calitatii apei din arealul monitorizat al bazinului hidrografic investigat va fi amplasat pe tarm in nodul retelei de monitoring unde exista posibilitatea de legatura la Internet. Configurarea platformei modulare DAQS-BM a sistemului de achizitie si prelucrare a datelor de mediu pentru aplicatia in timp-real de monitorizare a calitatii apelor de suprafata este data in fig. 8a). Platforma are 4 module de cate 16 canale/modul cu intrare in semnal analogic ± 20 mA (64 canale de masurare), un modul cu 32 de canale intrari digitale si un modul cu 8 canale iesiri digitale. Aceste module de intrari/iesiri digitale permit prin software-ul implementat in controller-ul platformei DAQS, functionarea automata a subsistemelor incorporate BM (comanda si control

calibration, thermo-stating, buoy signalling devices, anti-vandalism protection system, etc.). For the wireless connections between the BM and the station in the network node, situated on-shore, in the platform configuration there have been provided two modules which can cover the continuous transmission of data on at most 24 measuring channels.

imersare, control activ centraj BM, calibrare automata senzori, termostatare, semnalizare luminoasa baliza, protectie la vandalism, etc.). Pentru legaturile fara fir (wireless) dintre BM si statia din nodul retelei amplasata pe tarm, in configurarea platformei s-au prevazut doua module care pot sa acopere transmisia continua a datelor pe cel mult 24 de canale de masurare.

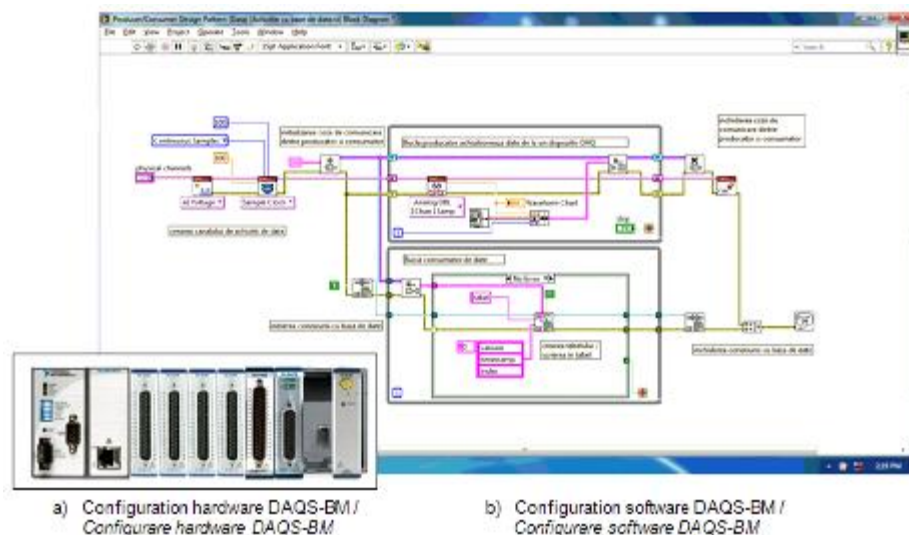


Fig. 8 – DAQS-BM hardware-software configuration / Configurare hardware- software DAQS-BM

At the BM installation in situ and its putting into functioning, it is made the software configuration of the DAQS-BM data acquisition and processing system. This activity consists of the geostationary parameterization of the BM floater location, inclusively the identification through IDs of the quality indicators files with the samples continuously measured by IQ sensors. For the automatic registration of the environmental data in DB-BM local database, the program presented in fig. 8b) performs the software configuration of the DAQS integrated in the BM structure for various monitoring locations. The database of the monitoring and warning network is a distributed, relational, spatiotemporal and interactive database (with real time accessing). Its structure is designed so that each sample $[P_i]$, physically determined by a measuring channel of the BMs in situ, is unique through its registration due to the attributes in the fields described in the registrations file. For this it has been considered Order no. 31 from 13/01/2006 regarding the approach of the Manual for the revamp of the Integrated Monitoring System of the Waters in Romania – SMIAR.

La instalarea BM in situ si punerea ei in functionare se face configurarea software a sistemului de achizitie si prelucrare date DAQS-BM. Aceasta activitate consta in parametrizarea geostationara a locatiei plutitorului BM, inclusiv identificarea prin ID-uri a fisierele indicatorilor de calitate cu probele masurate continuu de senzorii IQ. Pentru inregistrarea automata a datelor de mediu in baza de date locale DB-BM, programul prezentat in fig. 8 b) realizeaza configurarea software a DAQS integrat in structura BM pentru diverse locatii de monitorizare. Baza de date a retelei de monitorizare-avertizare a calitatii apelor de suprafata este o baza de date distribuita, relationala, spatio-temporala si interactiva (cu accesare in timp real). Structura ei este astfel conceputa incat fiecare proba $[P_i]$, determinata fizic printr-un canal de masurare al BM-urilor din situ, este unica prin inregistrarea ei datorita atributelor din campurile descrise in fisierul de inregistrari. Pentru aceasta s-a avut in vedere Ordinul nr. 31 din 13/01/2006 privind abordarea Manualului pentru modernizarea Sistemului de Monitoring Integrat al Apelor din Romania (SMIAR).

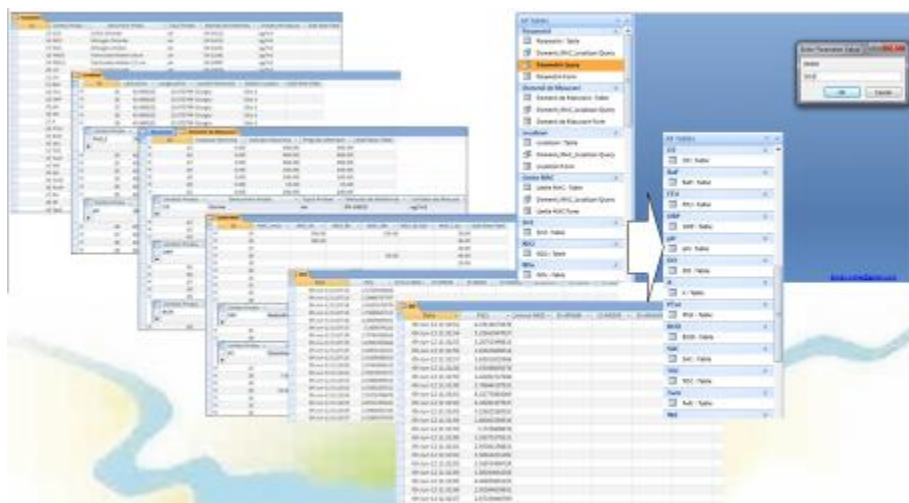


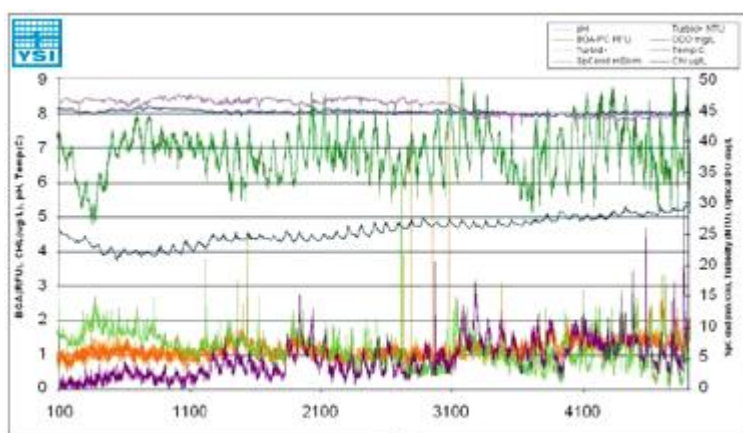
Fig. 9 – DB-BM local data-base / Baza de date locala DB-BM

Locally, DB-BM is a sum of environmental data files relationally organized (fig. 9). Each file corresponding to a pollutant continuously monitored in situ, spatially localized, is registered and stored in NI-CompactRIO System unit of the BM. The local database is managed (creation, query and maintenance) by a relational database management system with implementations for Linux, Unix and Windows operation systems. The determinations made in situ through reliable measurements for as many quality parameters as possible corroborated with the wireless transmission through IT communication devices to the environmental data analysis and processing centres gives the following potential benefits:

- Pro-active approach to the surface waters quality management;
- The possibility of real-time monitoring of the problems of surface waters quality (fig. 10);
- The possibility of evaluation and contamination risks, generally ecological risks minimization.

Local, DB-BM este o suma de fisiere de date de mediu organizate relational (fig. 9). Fiecare fisier corespunzator unui poluant monitorizat continuu in situ localizat spatial este inregistrat si stocat in unitatea NI-CompactRIO System a BM. Baza de date locala este gestionata (creare, interogare si intretinere) de un sistem de gestiune a bazelor de date relationale cu implementari pentru sistemele de operare Windows si Linux. Determinarile facute in situ prin masuratori de incredere pentru un numar cat mai mare de parametri de calitate coroborat cu transmiterea wireless prin dispozitivele IT de comunicare la centrele de analiza si prelucrare a datelor de mediu conduce la obtinerea urmatoarelor beneficii potentiale:

- Aproximare pro-activa de managementul calitatii apelor de suprafata;
- Posibilitatea monitorizarii in timp-real a problemelor calitatii apelor de suprafata (fig. 10);
- Posibilitatea evaluarii si minimizarii riscurilor de contaminare si in general a riscurilor ecologice.

Fig. 10 – The graphical interface of the data operator [5] / Interfața grafică a operatorului de date (www.ysi.com)

RESULTS

Data validation in situ and real-time warning in case of ecological risk

The hardware-software configuration of the DAQS platform which equips the BMs in the network of the monitoring and warning system of waters pollution in an area of the investigated hydrographical basin, allows, through the software implemented in the NI-Compact Rio "Real-Time" central unit, the data validation and the launch of the warnings from situ level. In fig. 11 it is presented the block diagram of the environmental data flow in a monitoring process and the warning possibilities for different operation levels. Even though typically the process is slow, characteristic to open systems, the pollution warnings signalized from situ since the phase of acquisition and processing for data validation save significant time for the reaction of the operators for emergency situations in maintaining the ecological balance in the monitored hydrographical basin.

REZULTATE

Validarea datelor in situ si avertizarea in timp real in caz de risc ecologic.

Configurarea hardware-software a platformei DAQS, care echipa BM-urile din rețeaua sistemului de monitorizare-avertizare a poluării apelor dintr-un areal al bazinului hidrografic investigat, permite, prin software-ul implementat în unitatea centrală NI-Compact Rio „Real-Time”, validarea datelor și lansarea avertizărilor de la nivel de situ. În fig. 11 se prezintă schema bloc a fluxului de date de mediu dintr-un proces de monitorizare și posibilitățile de avertizare pentru nivele diferite de operare. Chiar dacă tipic procesul este lent caracteristic sistemelor deschise, avertizările de poluare semnalizate din situ încă din faza de achiziție și prelucrare pentru validare a datelor conduc la un câștig de timp semnificativ pentru reacția operatorilor situațiilor de urgență în menținerea echilibrului ecologic din bazinul hidrografic monitorizat.

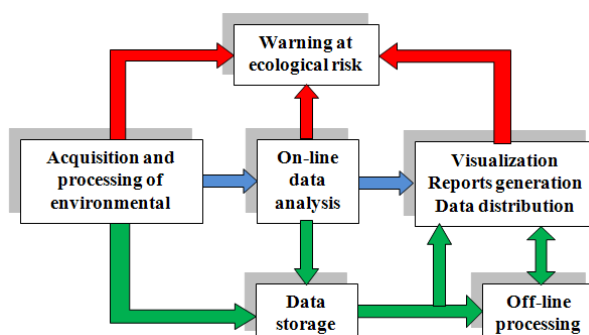


Fig. 11 - Data flow of the rivers water quality monitoring and warning process / Fluxul de date al procesului de monitorizare-avertizare a calitatii apei râurilor

CONCLUSIONS

The floating station (BM) can be considered novelty element in the optimization of infrastructure of monitoring networks of surface water bodies quality indicators, as:

- BM is energetically independent. Equipped with two hydro-generators for the local production of electrical energy necessary for the operation autonomy (24 VDC), BM can function in situ in isolated locations;
- BM is adaptable to environmental variations. In winter, for protection against frost, in case of deep waters, BM is automatically immersed at the board controller command when the water temperature is of 0°C descending;
- More BMs topographically situated in a mesh type network allow, through NI on-boarded hardware with LabVIEW implemented software equipment, the automatic insertion of data in existent environmental databases, relational and distributed, spatiotemporal and interactive. BM structure allows the realization of distributed sensors networks and implicitly the obtaining of an informational global network of hydrographical basins monitoring.

Acknowledgement

The paper is proposed for founding within the competition Collaborative Applicative Research Projects PCCA 2013 and registered with the code number PN-II-PT-PCCA-2013-4-1165.

REFERENCES

- [1]. Cioplan O. (2005) - *Integrated Monitoring of Ecological Systems*, (in Romanian), Ars Doceni, Bucharest;
- [2]. Dobriceanu M., Olteanu D. (2007) - *Information Systems of Environment Surveillance, Quality and Environment Engineering and Management*, Craiova;
- [3]. Rojanschi V., Bran F., Diaconu G. (1997) - *Environment Protection and Engineering*, Editura Economica, Bucharest;
- [4]. ***, *Integrated System for Dynamic Monitoring and Warning in Case of Technological Risks in Romania-Bulgaria Cross-Border Area*, (11.04.2013), www.project-react.eu;
- [5]. ***, www.ysi.com, (09.10.2013);
- [6]. ***, www.hach-lange.ro, (08.10.2013);
- [7]. ***, www.nexsens.com, (07.10.2013);
- [8]. ***, www.anhydre.org, (08.10.2013);
- [9]. ***, www.intellitect-water.co.uk, (09.10.2013);
- [10]. ***, <http://sine.ni.com/.../n24:cRIO/>, (10.10.2013).

CONCLUZII

Statia flotabila descrisa (BM) poate fi considerata element de noutate in optimizarea infrastructurii retelelor de monitorizare a calitatii apei râurilor, deoarece:

- BM este independenta energetic. Echipata cu doua hidrogeneratoare pentru producerea locala a energiei electrice necesara autonomiei de functionare (24 VDC), BM poate functiona in locatii izolate;
- BM este adaptabila la variatiile de mediu. Pentru protectia la inghet, in cazul apelor adânci BM este imersata automat la comanda controllerului de bord atunci cand temperatura apei este de 0°C in coborâre;
- Mai multe BM-uri amplasate topografic intr-o retea tip plasa permit prin echipamentul ambarcat hardware NI cu software-ul implementat LabVIEW, inserarea automata a datelor achizitionate in bazele de date existente de mediu, de tip relationale si distribuite, spatio-temporale si interactive. Structura BM permite realizarea retelelor de senzori distribuiti si implicit obtinerea unei retele globale informatinale de monitorizare a bazinelor hidrografice.

Acknowledgement

Lucrarea este propusa spre finantare in cadrul competitiei Proiecte Colaborative de Cercetare Aplicativa PCCA 2013 si inregistrata cu numarul de cod PN-II-PT-PCCA-2013-4-1165.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Cioplan O. (2005) - *Monitorizarea integrată a sistemelor ecologice*, Editura Ars Doceni, Bucuresti;
- [2]. Dobriceanu M., Olteanu D. (2007) - *Sisteme informatice de supraveghere a mediului*. Ingineria si Managementul Calitatii si Mediului, Craiova;
- [3]. Rojanschi V., Bran F., Diaconu G. (1997) - *Protectia si ingineria mediului*, Editura Economică, București;
- [4]. ***, *Sistem integrat pentru monitorizare dinamică si avertizare in caz de riscuri tehnologice in zona transfrontaliera România-Bulgaria*, www.project-react.eu., 11.04.2013;
- [5]. ***, www.ysi.com, 09.10.2013;
- [6]. ***, www.hach-lange.ro, 08.10.2013;
- [7]. ***, www.nexsens.com, 07.10.2013;
- [8]. ***, www.anhydre.org, 08.10.2013;
- [9]. ***, www.intellitect-water.co.uk, 09.10.2013;
- [10]. ***, <http://sine.ni.com/.../n24:cRIO/>, 10.10.2013.

SCREENING OF OPTIMAL CONCENTRATIONS OF DISPERSANT (NACOL C) AND DIESEL TO ENHANCE GROWTH, MULTIPLICATION AND METABOLIC ACTIVITY OF MARINE ENDOGENOUS MICROBIOTA

SELECTAREA CONCENTRATIEI OPTIME DE DISPERSANT (NACOL C) SI DE MOTORINA PENTRU STIMULAREA CRESTERII, MULTIPLICARII CELULARE SI ACTIVITATII METABOLICE A MICROBIOTEI MARINE ENDOGENE

PhD. Stud. Manea M.¹⁾, Prof. Dr. Ardelean I.^{1), 2)}

Doctoral School,¹⁾ Ovidius Univ. Constanta / Romania; Institute of Biology Bucharest²⁾, Romanian Academy, Department of Microbiology / Romania

Tel: 0721852930; E-mail: mihaela_manea84@yahoo.com

Abstract: In this paper we presented results on the growth rates of endogenous marine microbial populations and their metabolic intensity in seawater supplemented with different amounts of nutrients, dispersant (Nacol C) and diesel. The purpose of these experiments was to select the optimal concentrations of nutrients and oil dispersant that would allow growth rates and intensities of metabolism with high values, highlighted by resazurine reduction reaction, in microplate experiments. The resazurine reduction rates were correlated with the cell growth data. From the data analysis we constated that the rates of resazurine reduction and growth rate were higher in wells supplemented with organic nutrient.

Keywords: Black Sea, diesel oil, Nacol C, resazurin, autochthonous microbiota

INTRODUCTION

Extensive oil exploration activities often lead to environmental pollution. Bioremediation of oil-polluted ecosystems can be achieved by physical-chemical or biological methods. However, the negative consequences of physical-chemical approach make targeting to take place as an alternative to biological exploitation. [9]. Beging with 1960s and 1970s, there is a large interest in the use of dispersants to enhance hydrocarbon degradation by microorganisms either in laboratory or in open ocean, as they offers many advantages and can often result in a net environmental benefit when considered in relation to other response options. [2]

Dispersants are chemical agents that reduce the surface tension between oil and water, in order to stimulate the natural process of dispersion by generating a large number of oil droplets which are entrained in the water column. [8, 16], thus increasing the oil surface area available to micro-organisms capable of biodegrading the oil [6, 8].

If a crude oil spill is not treated, it will require long period of time to naturally biodegrade (22 years for biodegradation of one kilogram crude oil) [16].

When oil spill occurs, a combination of recovery, disposal and the containment of oil is performed thereafter. The conventional methods to remove oil from aquatic ecosystems include; mechanical clean up, chemical clean up and microbial degradation. Mechanical cleaning of spilled oil and dispersant is nearly impossible in "protected" ecosystems. Microbial degradation is the major mechanism for the elimination of spilled oil and dispersants from the environment [17].

Based on literature and our previous papers concerning cell density dynamics and activity of marine endogenous microbiota in presence of dispersant and diesel oil [4, 5, 7, 10, 12], the aim of this paper is to establish the most appropriate concentration of dispersant, diesel oil and

Rezumat: În această lucrare am prezentat rezultatele referitoare la ratele de creștere a populațiilor microbiene marine endogene și la intensitatea metabolismului acestora, în condițiile suplimentării apei de mare cu diferite cantități de nutrienți, dispersant (Nacol C) și motorină. Scopul acestor experimente a fost selectarea concentrațiilor optime de nutrienți, dispersant și motorină, care ar permite realizarea unor rate de creștere și intensități ale metabolismului cu valori cât mai mari, puse în evidență prin reacția de reducere a resazurinei, în experimente de tip microplacă. Ratele de reducere a resazurinei au fost corelate cu datele de creștere celulară. Din analiza datelor obținute s-a constatat o rată de creștere și de reducere a resazurinei mai mare în cazul godeurilor suplimentate cu nutrienți organici

Cuvinte cheie: Marea Neagră, motorină, Nacol C, resazurină, microbiotă endogenă

INTRODUCERE

Activitățile extensive de explorare a petrolului conduc adesea la poluarea mediului înconjurător. Bioremedierea ecosistemelor contaminate cu petrol poate fi realizată prin metode fizico-chimice sau biologice. Cu toate acestea, consecințele negative ale abordării fizico-chimice, determină o direcționare spre abordarea biologică ca o alternativă. [9]. Începând cu anii '60 și '70, există un interes tot mare în utilizarea dispersanților pentru a îmbunătăți degradarea hidrocarburilor de către microorganisme, fie în laborator sau în ocean, aceștia oferind mai multe avantaje, când sunt luați în considerare în raport cu alte metode de decontaminare. [2]

Dispersanții sunt agenți chimici care reduc tensiunea superficială dintre petrol și apă, cu scopul de a stimula procesul natural de dispersie prin generarea unui număr mai mare de picături mici de petrol, care sunt apoi antrenate în coloana de apă. [8,16], măbind astfel suprafața de contact cu microorganismele capabile să-l degradeze [6, 8].

Dacă o deversare de petrol nu este tratată, aceasta va necesita o perioadă lungă de timp pentru a fi biodegradată în mod natural (22 ani pentru un kilogram de petrol) [16].

După producerea unei deversări de petrol, se efectuează recuperarea, eliminarea și izolarea petrolului. Dintre metodele convenționale pentru a elimina petrolul din ecosistemele acvatice sunt: mecanice, chimice și microbiene. Metoda mecanică de curățare a petrolului deversat, precum și a dispersantului este aproape imposibilă în ecosistemele "protejate". Degradarea microbiană este mecanismul esențial pentru eliminarea petrolului deversat precum și a dispersanților din mediul înconjurător [17].

Având în vedere literatura și documentele noastre anterioare cu referire la dinamica și activitatea microbiotei endogene marine în prezența dispersantului și motorinei [4, 5, 7, 10, 12], scopul acestei lucrări este de a stabili concentrația cea mai potrivită de agent de dispersie,

nutrients, using as a marker of metabolic activity of marine endogenous microbiota the rate of resazurin reduction in microplate experiments.

MATERIAL AND METHOD

The sea water was collected in sterile bottles from the Black Sea (Tomis seaport, at 0.5m depth; 44° 10' 42"N; 28° 39' 36"E) was filtrated (filter of 0.45 µm -Millipore) to avoid the inclusion of bacteriophages microorganisms (e.g. heterotrophic nanoflagellates) in the filtrate. However, it has to remember that 0.45 µm filtration causes the exclusion from the microbial community of larger bacteria, which are, in general, in good metabolic status, but the elimination of bacteriophages is needed in order to overcome sub-evaluation of microbial cell densities [13, 15].

Microplate inoculation

In all the wells 200 µl of filtered seawater were added (columns: 1-6-filtered, 7-12-filtered plus Yeast peptone-1X); then, different concentrations of oil and dispersant as follows: column 1&7 - 0 µl (control), column 2/8 -5 µl; 3/9-10 µl; 4/10- 20 µl; 5/11-40 µl- 6/12-50 µl diesel oil. In rows A-H: was added about 20 µl dispersant, as follows: A-1/1.000.000, B-1/100.000, C-1/10.000, D 1/1.000, E 1/100, F 1/10, G-control, without dispersant (which contains diesel oil in different quantities and concentrations), H-absolute control- contains no oil, no dispersant.

Quantitative determination of growth and multiplication of microorganisms in microplate.

The growth was followed for 162 hours by measuring optical density at 660 nm at different times: 66, 72, 90, 94, or 162 hours. The read optical density data (final values) was corrected for the value measured in the well containing distilled water (control). Then the growth rate and the doubling time [15] for microbiota in each well was calculated with Doubling Time software [11].

Quantitative determination of resazurin reduction

Resazurin (10-oxide 7-hydroxy-3H-phenoxazin-3-one) is a blue non-fluorescent dye; it can be reduced to resorufin (pink and highly fluorescent), which is further reduced to hydroresorufin (colorless and nonfluorescent). Resazurine was used primarily as an indicator of oxidation-reduction reactions in cell viability tests. (Fig.1) The test is used from about 50 years for monitoring bacterial contamination of milk also for assessing the quality of the semen. Recently resazurin became very popular as a simple and versatile method for measuring cell proliferation and cytotoxicity. [1, 3, 4, 5, 10, 12, 18].

Conversion of resazurin to fluorescent resorufin is proportional to the number of metabolically active and viable cells present in a population.

motorină și nutritivă, utilizând ca marker al activității metabolice a microbiotei endogene marine, reducerea resazurinei în experimente de tip microplacă.

MATERIAL ȘI METODĂ

Apa de mare colectată, în sticle sterile, din Marea Neagră (Portul Tomis, de la o adâncime de 0,5 m; 44° 10' 42"N; 28° 39' 36"E) a fost filtrată (filtru de 0.45 µm-Millipore) pentru a se evita includerea bacteriofagurilor (nanoflagelate heterotrofe) în filtrat. Totuși, este de precizat faptul că, filtrarea prin filtre cu pori de 0.45 µm determină excluderea din comunitatea microbiană a bacteriilor mai mari care sunt, în general, în stare metabolică bună; eliminarea bacteriofagurilor este necesară pentru prevenirea subevaluării densităților microbiene [13,15].

Inocularea microplacii

S-au adăugat în toate godeurile 200 µl apă de mare (coloanele:1-6-filtrată, 7-12-filtrată cu adaos de YP= Yeast peptonă-1X); apoi diferite concentrații de motorină și dispersant astfel: coloanele 1/7 - 0 µl (martor); coloana 2/8 -5 µl; 3/9-10 µl; 4/10- 20 µl; 5/11-40 µl- 6/12-50 µl motorină. Șirurile A-H s-a adăugat câte 20 µl dispersant, astfel: A-1/1.000.000; B-1/100.000, C-1/10.000, D 1/1.000, E 1/100, F 1/10, G-martor-fără dispersant (care conține motorină în diferite cantități și concentrații), H – martor absolut- nu conține motorină, nu conține dispersant.

Determinarea cantitativă a creșterii și multiplicării microorganismelor în microplacă

Creșterea și multiplicarea celulară urmărită timp de 162 ore prin măsurarea densității optice la 660 nm, în timpi diferiți: 66, 72, 90, 94, respectiv 162 de ore. Din datele de densitate optică (valori final creștere) s-a scăzut valoarea absorbantei la 660nm a godeului conținând apă distilată. S-au calculat apoi: rata de creștere celulară și timpul de generație[15] cu ajutorul softului Doubling time [11] pentru fiecare godeu în parte.

Determinarea cantitativă a reducerii resazurinei

Resazurina (10-oxid 7-hidroxi-3H-fenoxazin-3-onă) este un colorant albastru, nonfluorescent, aceasta este redusă până la resorufina (roz și foarte fluorescentă), care este în continuare redusă la hydroresorufina (incoloră și nonfluorescentă). Resazurina este folosită în principal ca un indicator de oxidoreducere, în teste de viabilitate celulară. (Fig.1) Testul reducerii resazurinei este folosit de aproximativ 50 de ani pentru a monitoriza contaminarea bacteriană și cu drojii a laptelui, de asemenea, pentru evaluarea calității materialului seminal. Recent, resazurina a devenit foarte populară ca o modalitate foarte simplă și versatilă de măsurare a proliferării celulare și citotoxicității [1, 3, 4, 5, 10, 12, 18].

Conversia resazurinei la resorufină fluorescentă este proporțională cu numărul de celule metabolic active, viabile prezente într-o populație.

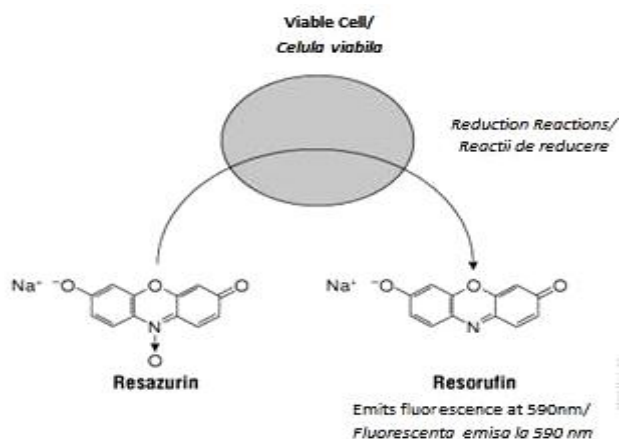


Fig. 1 – Schematic resazurin reduction / Reprezentarea schematică a reducerii resazurinei [18]

In each wheel 5ng resazurine was added and the optical densities were readed at 570 and 600 nm at intervals: 0,8,18, 28,38, 48, 60, 70, 80, 95, 120, 150, 180, 210, 245, 300, 360, 1440, 1560, 1680 h. The plate was incubated at 15 ° C during the experiment

Calculation of reduced resazurin per unit time

The amount of reduced resazurin was calculated according to the formula (1) [7, 14].

where:

Eoxi600= molar extinction coefficient of resazurin in the oxidized form at 600 nm=117,216;
Eoxi570= molar extinction coefficient of resazurin in the oxidized form at 570 nm=80,586;
Ered570- molar extinction coefficient of resazurin in the reduced form at 570 nm=155,677;
Ered600- molar extinction coefficient of resazurin in the oxidized form at 570 nm=14,652;
A570 -absorbance of test wells at 570 nm;
A600-absorbance of test wells at 600 nm;
A"600- absorbance of negative control

În fiecare godeu de pe microplacă, s-au adăugat câte 5 ng resazurină și s-a citit densitatea optică la 570 și 600 nm la intervale de timp: 0,8,18, 28,38, 48, 60, 70, 80, 95, 120, 150, 180, 210, 245, 300, 360, 1440, 1560, 1680 ore. Placa a fost incubată pe durata experimentului la 15°C.

Calculul cantității de resazurină reduse în unitatea de timp

Cantitatea de resazurină redusă a fost calculată conform formulei (1) [7, 14].

unde:

Eoxi600- Coeficientul molar de extincție a resazurinei oxidate la 600nm=117,216;
Eoxi570- Coeficientul molar de extincție a resazurinei oxidate la 570nm=80,586;
Ered570-Coeficientul molar de extincție a resazurinei reduse la 570nm=155,677;
Ered600-Coeficientul molar de extincție a resazurinei reduse la 600nm=14,652;
A570-Absorbanța godeurilor test ale microplăcii la 570 nm;
A600-Absorbanța godeurilor test ale microplăcii la 600 nm;
A"600 - Absorbanța control negativ

$$\%resazurin = \frac{(Eoxi600 \times A570) - (Eoxi570 \times A600)}{(Ered570 \times A''600) - (Ered600 \times A''570)} \quad (1)$$

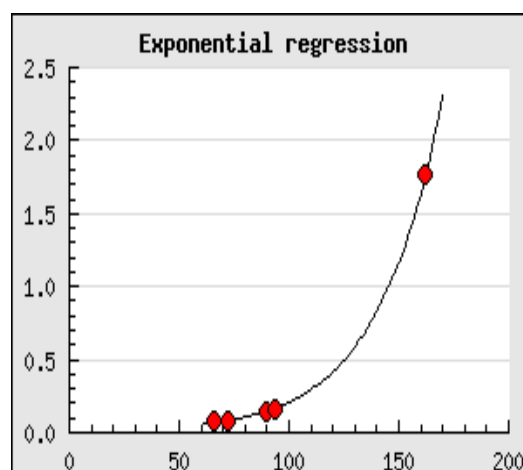


Fig. 2 – Exponential regression of growth rate / Regresia exponențială a ratei de creștere [11]

Table 1 The growth rates corresponding to different experimental conditions (see materials and methods) /

Tabelul 1 Ratele de creștere ale microbiotei endogene cultivate în diferite condiții experimentale (a se vedea material si metode)

	7	8	9	10	11	12
A	0,0100	0,0252	0,0332	0,0413	0,0145	0,0045
B	0,0068	0,0249	0,0335	0,0410	0,0164	0,0099
C	0,0167	0,0301	0,0373	0,0440	0,0028	0,0072
D	0,0343	0,0144	0,0203	0,0190	0,0021	0,0010
E	0,0237	0,0283	0,0231	0,0143	0,0034	0,0007
F	0,0322	0,0374	0,0369	0,0283	0,0265	0,0581
G	0,0008	0,0237	0,0341	0,0316	0,0096	0,0015
H	0,0052	0,0019	0,0086	0,0057	0,0815	0,0030

Taking into account the results obtained for the range of linearity OD (optic density) unit time, the rate of resazurine reduction was expressed either as the amount of resazurin reduced / min, or as the amount of resazurin reduced / min / OD, in order to take into account the

Luând în considerare rezultatele de DO(densitate optica) obținute pentru intervalul de liniaritate în unitatea de timp, rata de reducere a resazurinei a fost exprimată atât ca și cantitate de resazurină redusă per minut cât și ca resazurină redusă per minut raportată la DO, luând în considerare astfel

growth and multiplication of endogenous microbiota.

RESULTS

Significant cell growth and multiplication could be observed only in columns 7-12 with YP (yeast peptone) supplement in columns 1-6 cell growth and multiplication was much slower untraceable by spectrophotometric methods (Table 1, Fig. 2, 3).

creșterea și multiplicarea microbiotei endogene.

REZULTATE

Creșterea și multiplicarea celulară semnificativă a putut fi observată doar în coloanele 7-12, cu supliment nutritiv YP (yeast peptonă), în coloanele 1-6 creșterea și multiplicarea celulară a fost mult mai lentă, imposibil de urmărit prin metode spectrofotometrice. (Tabel.1, Fig.2, 3).

Table 2 / Tabel 2

The rate of resazurine reduction (ng resazurine/ time unit) /
Rata reducerii resazurinei (ng resazurină redusă / unitate timp)

dispersant	1/1.000.000	A	0.0873	0.0148	0.0099	0.0115	0.0126	0.0154	0.68	0.76	0.57	0.38	19.81	2.80
	1/100.000	B	0.0758	0.0151	0.0206	0.0259	0.0240	0.0188	0.50	0.50	0.60	0.80	18.50	11.30
	1/10.000	C	0.0938	0.0125	0.0063	0.0182	0.0534	0.0177	29.60	9.40	0.90	11.20	0.50	2.60
	1/1.000	D	0.0157	0.0203	0.0098	0.0219	0.0313	0.0310	60.80	8.10	9.00	9.50	0.10	0.40
	1/100	E	0.0214	0.0157	0.0253	0.0137	0.0157	0.0182	10.70	2.90	3.30	2.90	1.80	0.10
	1/10	F	0.0583	0.0457	0.0423	0.0383	0.0323	0.0000	2.70	26.30	2.00	2.60	1.90	2.90
	0	G	0.1113	0.0102	0.0118	0.0120	0.0141	0.0172	1.40	24.40	7.00	0.90	22.30	0.00
	0-martor absolut	H	0.0914	0.1013	0.0807	0.0709	0.0771	0.0915	2.10	1.00	0.90	1.20	0.90	1.30
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			filtrated sea water (0,45μm)+dispersant+diesel oil/ apa de mare filtrată (0,45μm)+dispersant+motorină						filtrated sea water (0,45μm)+YP+dispersant+diesel oil/ apa de mare filtrată (0,45μm)+ YP +dispersant+motorină					
			0	5	10	20	40	50	0	5	10	20	40	50
			μl diesel oil/ motorină											

Table 3 / Tabel 3

The rate of resazurine reduction (ng resazurine/ time unit / OD) /
Rata reducerii resazurinei (ng resazurină redusă/ unitate de timp / DO

dispersant	1/1.000.000	A	9.7	1.2	0.9	0.9	0.8	0.1	0.4	0.5	0.3	0.2	95.7	33.3
	1/100.000	B	3.8	1.3	1.5	1.1	1.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	73.4	74.3
	1/10.000	C	4.5	1.0	0.2	0.6	0.8	0.3	11.7	4.7	0.5	6.2	7.8	26.8
	1/1.000	D	0.3	1.1	0.5	1.2	0.2	0.2	34.5	18.3	32.1	35.4	1.4	3.0
	1/100	E	0.9	0.9	1.3	1.2	0.1	0.1	17.7	6.4	13.6	22.0	25.4	1.7
	1/10	F	1.8	1.4	1.0	1.1	0.0	0.0	4.4	18.9	2.2	5.6	2.2	17.6
	0	G	6.5	0.5	0.7	0.9	1.4	1.9	1.3	18.3	4.1	1.1	89.9	0.0
	0-martor absolut	H	3.5	4.4	6.7	5.5	9.6	4.8	1.5	1.5	0.5	0.6	2.0	1.7

CONCLUSIONS

- After analyzing the data concerning cell growth, we have seen a very slight growth in columns 1-6 (without nutrient addition) but a significant growth in wells belonging to columns 7-12 (where the resazurine reduction is more intense- see below), having yeast-peptone.
- In Table 1 it can be seen a more intense rate of bacterial growth in the wells with lower amounts of diesel oil (0.5, 10, 20 μl-rows 7-10) as compared with the growth rate in wells with a greater amount of diesel (40 and 50 μl-columns 11-12). The lower growth rate at higher amount of diesel oil argues that the amount of oil has an inhibitory effect against cell growth and multiplication.
- In Tables 2, 3 and Figure 3, it can be seen that when it comes to the optimal dispersant concentration the highest rates of resazurine reduction were obtained in those wells having 1/10.000, 1/1.000 or 1/100 dispersant (Nacol C).
- The metabolic activity (resazurine reduction) is high in wells from columns 7-12 with added nutritional YP, with dispersant proportions: C-1/10000, D-1/1000, E-1/100 and diesel amounts of 40 and 50 μl.

CONCLUZII

- În urma analizării datelor referitoare la creșterea celulară, s-a putut observa o rată de creștere nesemnificativă în coloanele 1-6 (fără adaos nutritiv), însă o creștere semnificativă în godeurile aparținând coloanelor 7-12 (unde reducerea resazurinei este mai intensă-vezi mai sus), cu adaos de yeast-peptone.
- În tabelul 1 se poate observa o rată de creștere bacteriană mai intensă în godeurile cu o cantitate de motorină mai mică (0,5, 10, 20 μl-coloanele 7-10), comparativ cu rata de creștere din godeurile cu o cantitate mai mare de motorină (40 și 50 μl – coloanele 11-12). Rata de creștere scăzută la o cantitate mai mare de motorină, susține faptul că o cantitate mare de motorină are un efect inhibitor asupra creșterii și multiplicării celulare.
- În Tabelurile 2, 3 și figura 3, se poate observa, referitor la concentrația optimă de dispersant, cele mai mari rate de reducere a resazurinei au fost obținute în godeurile cu dispersant Nacol C în concentrațiile: 1/10.000, 1/1.000 sau 1/100
- Activitatea metabolică (reducerea resazurinei) este mare în coloanele 7-12 cu adaos nutritiv de YP, în prezența dispersantului în proporții de: C-1/10000, D-1/1000, E-1/100 și la concentrații de motorină: 40 și 50 μl.

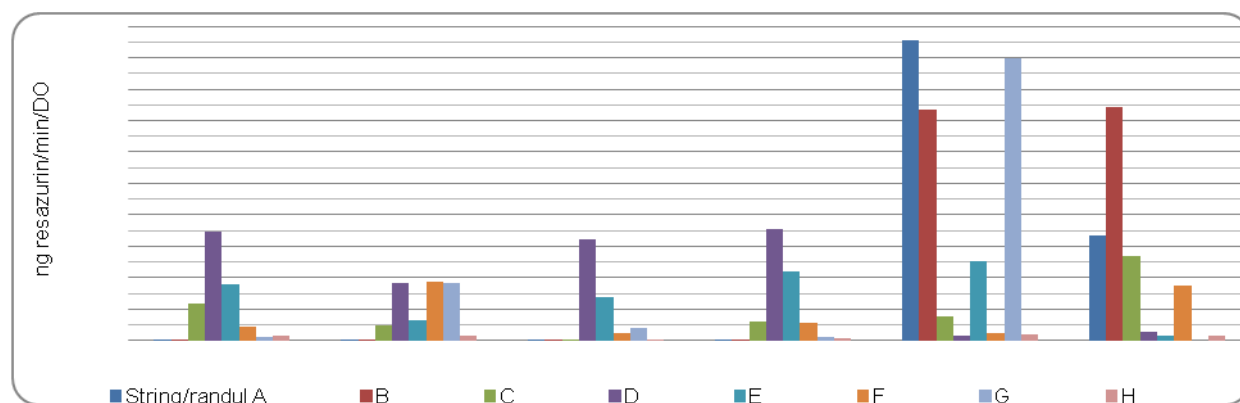


Fig. 3 – The rate of resazurin reduction reported to OD /
Intensitatea reducerii resazurinei corelată cu datele de DO

These results are the basis for further screening experiments focused on the optimization of nutrients addition in connection not only with the rate of resazurine reduction but also with the ability to degrade diesel oil, the main task of our experiments.

REFERENCES

- [1]. Bovill RA, Shallcross JA, Mackey BM (1994) - Comparison of the fluorescent redox dye 5-cyano-2,3-ditolyltetrazoliumchloride with p-iodonitrotetrazolium violet to detect metabolic activity in heat-stressed *Listeria monocytogenes* cells. J Appl Bacteriol, vol. 77, pp. 353 – 358;
- [2]. Cohen Y. (2002) - Bioremediation of oil by marine microbial mats, Int Microbiol., Vol. 5, pp. 189 – 193;
- [3]. Duarte M, Giordani RB, Carli GA, Zuanazzi JA, Macedo AJ (2009a) - Cytotoxicity of solubilization vehicles for *Trichomonas gallinae* and *Tritrichomonas foetus* measured by the resazurin microtiter assay. Vet Parasitol, vol.166, pp. 167-170;
- [4]. Duarte M, Giordani RB, De Carli GA, Zuanazzi JA, Macedo AJ (2009b) - A quantitative resazurin assay to determinate the viability of *Trichomonas vaginalis* and the cytotoxicity of organic solvents and surfactant agents. Exp Parasitol, vol.123, pp.195-198;
- [5]. Larson E.M., Doughman D.J., Gregerson D.S. and Obritsch W.F. (1997) - A New, Simple, Nonradioactive, Nontoxic In Vitro Assay to Monitor Corneal Endothelial Cell Viability, Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol. 38, No. 10, pp.1930;
- [6]. Fingas M, Fieldhouse B, Mullin J (1995). Water-in-oil emulsions. How they are formed and how they broken, Proceedings of the 1995 International Oil spill conference, Long Beach, California. pp. 829-830;
- [7]. Ghiță S., Ardelean I.I. (2010a) - Dynamics of marine bacterioplankton density in filtered (0.45 μ m) microcosms supplemented with gasoline, 3th International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering (EG'10), Published by WSEAS Press, pp. 93-98;
- [8]. Lewis, A. (2001)-Potential Ecological Effects of Chemically Dispersed Oils - A Literature Review on the Potential Ecological Effects of Chemically Dispersed Oils. SINTEF Report No, SFT 66FO1179;
- [9]. Milinkovitch T., Godefroy J., Thérion M., Thomas-Guyon H. (2011) -Toxicity of dispersant application: biomarkers responses in gills of juvenile golden grey mullet (*Liza aurata*), Environ. Poll., Vol. 159, pp. 2921-2928;
- [10]. O'Brien J., Wilson I., Orton T., Pognan F. (2000) - Investigation of the Alamar Blue (resazurin) fluorescent dye for the assessment of mammalian cell cytotoxicity. Macclesfield, UK., Eur J Biochem. Vol.267(17), pp.5421-6;

Aceste rezultate reprezintă bazele unor experimente viitoare axate pe optimizarea adaosului de nutrienți în corelație nu numai cu rata de reducere a resazurinei, dar și cu abilitatea de a degrada motorină, principalul scop al experimentelor noastre.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bovill RA, Shallcross JA, Mackey BM (1994) - Compararea colorațiilor efectuate cu clorură de 5-ciano-2,3-ditolyltetrazoliu și violet p-iodonitrotetrazoliu pentru studierea activității metabolice a celulelor de *Listeria monocytogenes* în condiții de stress - J Appl Bacteriol, vol. 77, pp.353–358;
- [2]. Cohen Y. (2002) - Bioremedierea petrolului de către covorasele microbiene marine, Int Microbiol., Vol. 5, pp. 189–193;
- [3]. Duarte M, Giordani RB, Carli GA, Zuanazzi JA, Macedo AJ (2009a) - Citotoxicitatea substantelor utilizate impotriva lui *Trichomonas gallinae* și *Tritrichomonas foetus* măsurată prin testul de microtitrare a resazurinei. Vet Parasitol, vol.166, pp. 167-170;
- [4]. Duarte M, Giordani RB, De Carli GA, Zuanazzi JA, Macedo AJ (2009b) - Test de reducere cantitativă a resazurinei pentru determinarea viabilității la *Trichomonas vaginalis* și citotoxicitatea solvenților organici și a agenților tensioactivi. Exp Parasitol, vol.123, pp.195-198;
- [5]. Larson E.M., Doughman D.J., Gregerson D.S. and Obritsch W.F. (1997) - Un test nou, simplu, netoxic in vitro pentru monitorizarea viabilității celulelor endoteliale corneene, Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol. 38, No. 10, pp.1930;
- [6]. Fingas M, Fieldhouse B, Mullin J (1995). Emulsii apă-ulei. Cum sunt formate și cum sunt acestea sparte, Proceedings of the 1995 International Oil spill conference, Long Beach, California. pp. 829-830;
- [7]. Ghiță S., Ardelean I.I. (2010a) - Dinamica densității bacterioplanktonului marin din microcosmosuri cu apă de mare filtrată (0,45 μ m) suplimentate cu benzină, 3th International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering (EG'10), Published by WSEAS Press, pp. 93-98;
- [8]. Lewis, A. (2001)- Potentialele efecte ecologice ale deversărilor cu titei– un rezumat din literatura de specialitate cu privire la posibilele efecte ecologice ale deversărilor de țitei . SINTEF Report No, SFT 66FO1179;
- [9]. Milinkovitch T., Godefroy J., Thérion M., Thomas-Guyon H. (2011) - Toxicitatea asociată utilizării dispersantilor: biomarkeri asociați branhiilor indivizilor juvenili de (*Liza aurata*), Environ. Poll., Vol. 159, pp. 2921-2928;
- [10]. O'Brien J., Wilson I. Orton T., Pognan F. (2000)- Analizarea colorantului fluorescent Alamar Blue (resazurina) pentru evaluarea citotoxicității la celule de mamifere. Macclesfield, UK., Eur J Biochem. Vol.267(17), pp.5421-6;

[11]. Roth V. (2006) - <http://www.doublingtime.com/compute.php>;
 [12]. S.Al-Nasiry, N.Geusens, M.Hanssens, C.Luyten and R.Pijnenborg (Feb 2007)-*The use of Alamar Blue assay for quantitative analysis of viability, migration and invasion of choriocarcinoma cells*, Human Reproduction, Vol.22, No.5 pp. 1304–1309;
 [13]. Sherr E., Sherr B. (2002) - *Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs*, Ant van Leeuwen, Vol. 81, pp. 293–308;
 [14]. Shata A.A. (2011)-*Recovery of Oil Spills by Dispersants in Marine Arctic Regions*, Thesis University of Stavanger Stavanger, Norway,pp.1-82;
 [15]. Vazquez-Dominguez E., Casamayor E.O., Catala` P., Lebaron P. (2005) - *Different Marine Heterotrophic Nanoflagellates Affect Differentially the Composition of Enriched Bacterial Communities*, Microbial Ecology, Vol. 49, pp. 474–485;
 [16]. Venosa A.D., Xueqing Z. (2003) - *Bioremediation of crude oil contaminating marine shorelines and fresh water wetlands*, Spill Sci. Technol. Bull., Vol. 8, pp.163-178;
 [17]. Ventikos NP, Vergetis EO, Psaraftis HN, Triantafyllou G (2004) - *A high - level synthesis of oil spill response equipment and countermeasures*, J. Hazard. Mat. 107:51-58;
 [18]. www.promega.ro.

[11]. Roth V. (2006) - <http://www.doublingtime.com/compute.php>;
 [12]. S.Al-Nasiry , N.Geusens, M.Hanssens, C.Luyten and R.Pijnenborg (Feb 2007)- *Utilizarea Alamar Blue pentru analiza cantitativă a viabilității, migrarea și invazia celulelor canceroase* , Human Reproduction, Vol.22, No.5 pp. 1304–1309;
 [13]. Sherr E., Sherr B. (2002) - *Rolul relațiilor de pradare în rețeaua trofică microbiană din mediul acvatic*- Ant van Leeuwen, Vol. 81, pp. 293–308;
 [14]. Shata A.A. (2011) - *Recuperarea după deversările de petrol cu dispersanți în regiunile arctice* , Thesis University of Stavanger Stavanger, Norway,pp.1-82;
 [15]. Vazquez-Dominguez E., Casamayor E.O., Catala` P., Lebaron P. (2005) - *Diferite Nanoflagellate Heterotrofice marine pot afecta diferentiat componenta comunităților bacteriene îmbogățite* , Microbial Ecology, Vol. 49, pp. 474–485;
 [16]. Venosa A.D., Xueqing Z. (2003) - *Bioremedierea tarmurilor marine contaminate cu titei și a zonelor de apă dulce* , Spill Sci. Technol. Bull., Vol. 8, pp.163-178;
 [17]. Ventikos NP, Vergetis EO, Psaraftis HN, Triantafyllou G (2004) - *Sinteză la nivel înalt de echipamente pentru deversările cu petrol și contramăsuri*, J. Hazard. Mat. 107:51-58;
 [18]. www.promega.ro

NUMERICAL SIMULATION OF THE IMPACT BEHAVIOR OF A WHEEL ASSEMBLY / SIMULAREA NUMERICA A COMPORTARII LA IMPACT PENTRU UN MONTAJ DE ROATA

PhD.student Eng. Gîrbovan D., Prof. Ph.D. Eng. Nicolae V., Assoc.Prof. Ph.D. Eng. Vieru I., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Marinescu D..

- Univ. Pitesti -

Tel: 0766-562494; E-mail: girbovan_daniel@yahoo.com

Abstract: the paper presents the study of the impact behavior of a drum - steering knuckle plateau assembly. The objective of the work was to simulate the impact behavior of the piece, to highlight the breaking areas. There were performed several simulations whose results were compared with the impact test performed on test stands. FEM was used as the method of calculation and PAMCRASH was used as a software application.

Keywords: impact, drum, steering knuckle plateau, FEM.

INTRODUCTION

The drum - steering knuckle plateau system (Fig. 1) facilitate the connection between wheel and chassis.

The objective of this paper is to correlate the results of the shock numerical simulations with the experimental measurements made in the specialized laboratories.

Rezumat: Lucrarea se refera la studiul privind comportarea la impact a unui ansamblu tambur + platou fuzeta. Obiectivul lucrari a fost sa se simuleze comportarea la impact a piesei pentru a pune in evidenta zonele de rupere ale piesei. Au fost realizate mai multe simulari ale caror rezultate au fost comparate cu incercarile la impact realizate pe standurile de incercari. Ca metoda de calcul s-a folosit metoda elementelor finite iar ca aplicatie s-a utilizat softul PAMCRASH.

Cuvinte cheie: impact, tambur, fuzeta, metoda elementelor finite.

INTRODUCERE

Sistemul tambur – platou fuzeta (fig. 1) permite realizarea legaturii intre roata si sasiu.

Obiectivul acestei lucrari este acela de a corela rezultatele simularilor numerice pentru soc cu masuratorile experimentale facute in laboratoarele de specialitate.



Fig. 1 – The 3D mode of the drum - steering knuckle plateau system /
Modelul 3D al sistemului tambur – platou fuzeta

THE EXPERIMENTAL TESTS

In the real assembly is inserted a false wheel which will be subject to impact (Figure 2), the drum being fitted on the false wheel through 5 screws.

REALIZAREA INCERCARILOR EXPERIMENTALE

In montajul fizic este introdusa o roata falsa care va fi supusa la impact (fig 2), tamburul fiind fixat de roata falsa prin intermediul a 5 suruburi

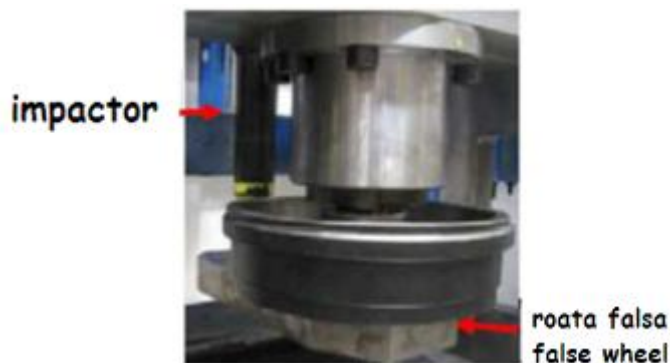


Fig. 2 – The traction test /
Inercarea de tractiune

REALIZATION OF THE VIRTUAL SIMULATIONS

The properties of the material used in the calculations are presented in Table 1.

REALIZAREA SIMULARILOR VIRTUALE

Proprietatile de material utilizate in calcul sunt redade in tabelul 1.

Table 1 The properties of the material used in the calculations / Proprietatile de material utilizate in calcul

Symbol / Simbol	Characteristics / Caracteristici	Value / Valoare	Measurement units / Unitati de masura
E	Young modulus	75000	MPa
μ	Poisson coefficient	0,3	
ρ	Density	2700	Kg/m3
Rp0.2	Elastic limit	250	MPa
Rm	Breaking limit	330	MPa

Modeling the assembly was difficult because there are some solid mechanical parts (drum, steering knuckle plateau, bearing, turnbuckle) connected to each other, and because there are a large number of elements that make computation time to be very long.

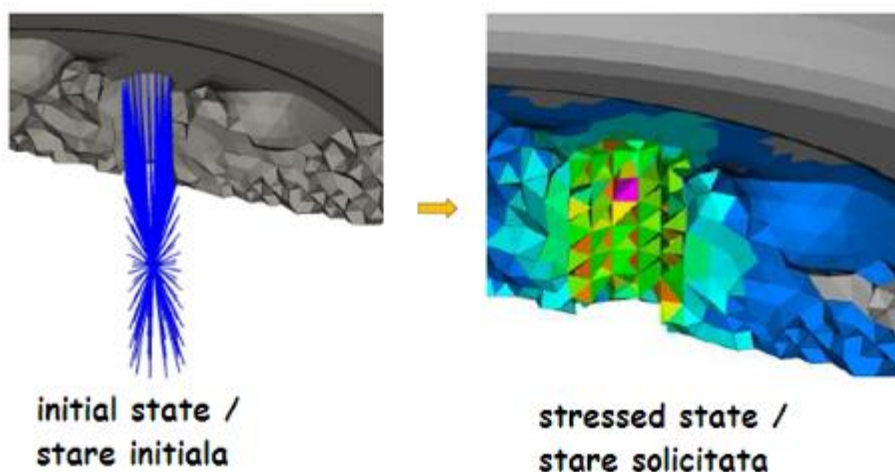
Modelarea ansamblului a fost dificila in masura deoarece avem mai multe piese mecanice solide (tambur, platou fuzeta, rulment, piulita de strangere) conectate intre ele, dar si pentru ca avem un numar mare de elemente comparativ, ceea ce face ca durata calcului sa fie foarte lunga.



Fig. 3. Meshed model of the drum – steering knuckle plateau assembly / Modelul discretizat al ansamblului tambur – platou fuzeta

In the same way like in the tests, in the numerical model the false wheel will be subjected to impact. The most complex stage was the simulation of the connection between the false wheel and drum, realized with 5 screws. We defined two rigid parts (one for the screw and the other for the threaded hole) whose translation on them own axis is blocked by a spring. The elements of the drum around the rigid parts were removed, because the deformations made by the rigid are too large (Figure 4), so we chose to select all the nodes of the elements around the hole to compose the rigid.

La fel ca la incercari, in modelul numeric roata falsa va fi supusa la impact. Etapa cea mai complexa a fost simularea legaturii intre roata falsa si tambur, realizata cu ajutorul a 5 suruburi. Am optat pentru doi rigizi (unul al surubului, celalalt al gaurii filetate), a caror translatie pe axele proprii este blocata de catre un resort. Elementele tamburului din jurul rigizilor au fost eliminate, deoarece deformarile date de rigid sunt mult prea mari (figura 4), si am ales sa selectam toate nodurile elementelor din jurul gaurii pentru compune rigidul.



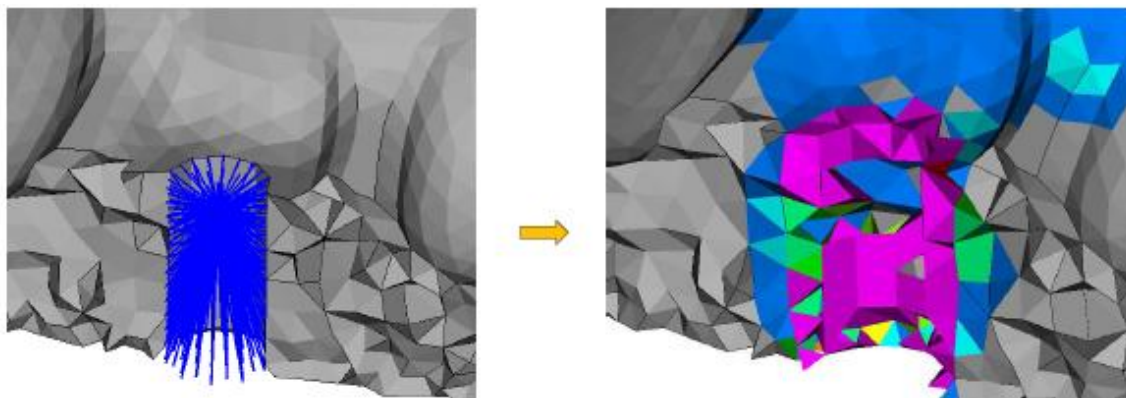


Fig. 4. Stress simulation of the the drum – steering knuckle plateau assembly /
Modelul discretizat solicitării ansamblului tambur – platou fuzeta

RESULTS AND CONCLUSIONS

In Figure 5 we observe in the encircled area the breaking on the neck drum.

REZULTATE OBTINUTE SI CONCLUZII

In figura 5 observam in zona incercuita fisura aparuta la baza gatului tamburului.



Fig. 5. The results of the tests / Rezultatele incercarilor

The calculations show that the breaking area in the calculation corresponds to the breaking obtained during the tests (Figure 6).

In urma calculelor se observa ca zona de ruptura determinata prin calcul corespunde cu zona de ruptura obtinuta in cadrul incercarilor (figura 6).

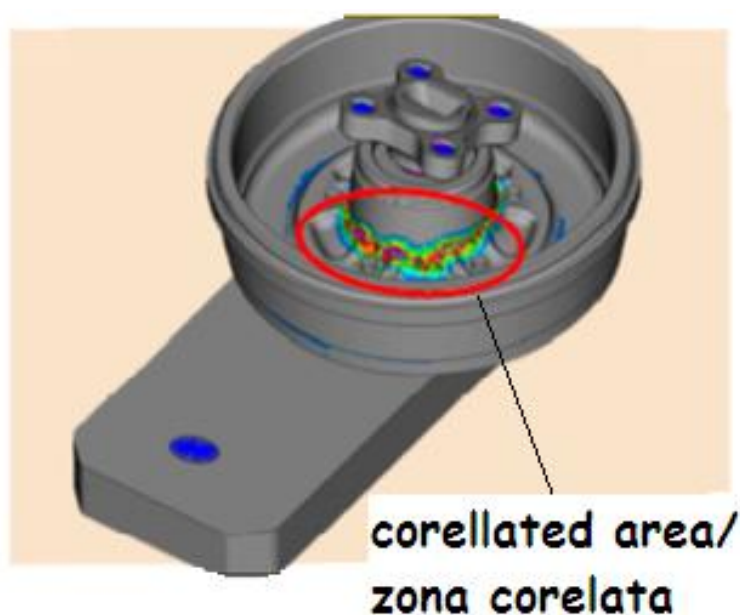


Fig. 6. The results of the simulation / Rezultatul simulării

The correlation between calculation and test is satisfactory. We noticed that the area where the crack is obtained by calculation is consistent with the crack obtained on the physical piece. We performed also other calculations rotating the drum on 90 and 180 degrees. No crack was visible for an identical time of calculation (100 ms). It follows therefore that this test represents the worst case for the piece.

In Figure 7 it could be observed that the breaking force is about 64 kN. In the calculations we did not identify the breaking force because the calculation to determine this force was not completed because the model size is too large, exceeding the compiling strength of the computer. Future studies will be conducted to identify other simplified calculation model whose results can be correlated with the test results.

Corelarea dintre calcule si incercari este satisfacatoare. Observam ca zona unde apare fisura in calcul este in concordanta cu fisura obtinuta pe piesa fizica. Am efectuat si alte calcule cu rotirea tamburului la 90 si 180 de grade. Nu a fost vizibila nici o fisura, pentru un timp identic de calcul (100 ms). Rezulta ca acest caz testat este cel mai defavorabil pentru piesa.

In figura 7 se observa ca forta de rupere este de aproximativ 64 kN. In cadrul calculelor nu am reusit sa identificam forta de rupere, deoarece calculul pentru a determina aceasta forta nu a fost finalizat datorita faptului ca talia modelului este mult prea mare, ceea ce depaseste puterea de compilare a computerului. In viitor vor fi realizate alte studii pentru a identifica un model de calcul simplificat ale carui rezultate sa poata fi corelate cu rezultatele incercarilor.

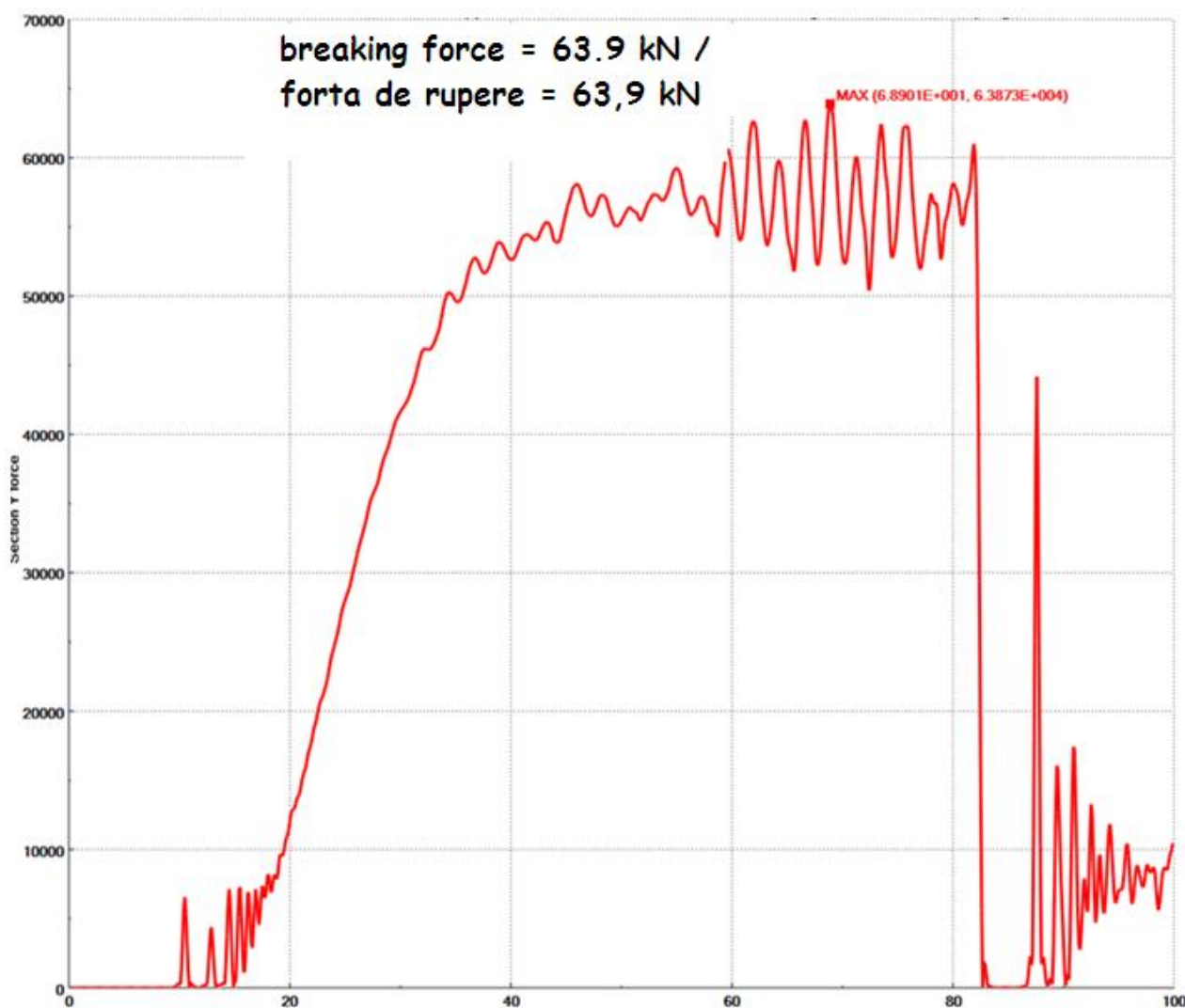


Fig. 7. The results of the simulation – the breaking force / Rezultatul simulării – forta de rupere

REFERENCES

- [1] *** (2013) *RENAULT documentation*.
- [2] J. F. Imbert *Analyse des Structures par Eléments Finis*.
- [3] *** *PAMCRASH, Manuel Theoretique*.

BIBLIOGRAFIE

- 1) *** (2013) *RENAULT documentation*.
- [2] J. F. Imbert (1995) *Analyse des Structures par Eléments Finis*.
- [3] *** *PAMCRASH, Manuel Theoretique*.

CONSIDERATIONS ON REDUCING OF PESTICIDE CONSUMPTION IN AGRICULTURE

CONSIDERAȚII PRIVIND REDUCEREA CONSUMULUI DE PESTICIDE ÎN AGRICULTURĂ

Assoc. Prof. Ph. D. Eng. Ghereș M. I, Prof. Ph. D. Eng. Ghereș Marinela

- U.T. Cluj Napoca -

Tel: 0264-401675; E-mail: Marius.Gheres@auto.utcluj.ro

Abstract: The paper presents the results of actual research on reducing pesticide use in agriculture, a view to reduce the environmental pollution. Are made proposals on the use of the optimal control technologies to ensure increased effectiveness of phytosanitary treatments applied.

Keywords: pesticide application in agriculture, efficient control technologies, environmental protection.

INTRODUCTION

The Pest control is an important part in the technological process of plant cultivation. The use of new varieties of plants and the application of new technologies in soil preparation do not give the desired results without applying of appropriate phytosanitary treatments. Execution at higher quality indices of these works, influence on the agricultural production. The need to increase the agricultural production, while limiting agricultural surfaces and conservation resources, has led to increased research on phytosanitary protection for new solutions to old problems [10, 12].

Pesticide use has a downside - environmental pollution. Currently, the problem of using or not the chemical control methods is one of the most debated issues [5, 11, 15]. Any study relating to pesticides and their application must be aimed at achieving the best results in as regards the control of diseases and pests with minimal environmental pollution. Given the reduction the cost price of agricultural products, agricultural producers have still need phytosanitary products but in terms of environmental protection, is necessary a more rigorous control of their use.

Modern pesticides have low remanence, are biodegradable, have low toxicity to other species, have selective action and are more active, but to obtain an effective treatment must be modernized the methods of application [9, 14]. At the same time, the application of the pesticides influences the degree of pollution the environment.

It is known that in addition to the appropriate phytosanitary substances and strict observance of their application periods, the machines and equipment for plant protection, respectively spray quality can decisively influence the result of fight.

The losses of plant protection substances (not covering the plant area due to trajectory drift or evaporation to droplet) have a negative influence on economic efficiency and contribute to environmental pollution.

Is needed the achievement of the machinery and equipment that make it possible the dosing and application of pesticides only on the desired surface without loss, ensuring minimal environmental pollution [2, 3].

The works to combat in field conditions suppose correlating of mechanical factors (machine) with the organizational and methodological factors. The effect of combating is optimal only when it ensures the more uniform coverage of the plants with pesticides and losses due to drift and evaporation are minimal.

Rezumat: În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor actuale privind reducerea consumului de pesticide în agricultură, având în vedere reducerea poluării mediului ambiant. Se fac propuneri privind utilizarea unor tehnologii optime de combatere care să asigure creșterea eficacității tratamentelor fitosanitare aplicate.

Cuvinte cheie: aplicarea pesticidelor în agricultură, tehnologii de combatere eficiente, protecția mediului.

INTRODUCERE

Combaterea bolilor și dăunătorilor reprezintă o verigă importantă în procesul tehnologic de cultivare a plantelor. Utilizarea noilor soiuri de plante și aplicarea unor noi tehnologii în pregătirea patului germinativ nu dau rezultatele dorite fără aplicarea tratamentelor corespunzătoare. Executarea la indici de calitate superiori, a acestor lucrări, influențează asupra producției agricole. Necesitatea sporirii producțiilor agricole, în condițiile limitării suprafețelor și conservării resurselor, a dus la accentuarea cercetărilor în domeniul protecției fitosanitare, pentru găsirea de noi soluții la vechile probleme [10, 12].

Utilizarea pesticidelor are și un dezavantaj – poluarea mediului înconjurător. În prezent, problema folosirii sau nu, a combaterii chimice este una din cele mai dezbătute probleme [5, 11, 15]. Orice studiu privind aplicarea pesticidelor urmărește obținerea de rezultate cât mai bune în ce privește combaterea bolilor și dăunătorilor cu poluarea minimă a mediului. Având în vedere reducerea prețului de cost al produselor agricole, producătorii agricoli vor avea nevoie în continuare de produse fitosanitare dar, din punct de vedere al protecției mediului, se impune un control mai riguros al utilizării acestora.

Pesticidele moderne au remanentă redusă, sunt biodegradabile, au toxicitate redusă pentru alte specii, au acțiune selectivă și sunt mult mai active, însă pentru a obține un tratament eficient trebuie modernizate metodele de aplicare [9, 14]. Totodată, modul de aplicare al pesticidelor influențează gradul de poluare a mediului înconjurător.

Este cunoscut faptul că pe lângă substanțele fitosanitare corespunzătoare și respectarea strictă a perioadelor de aplicare a acestora, mașinile și echipamentele pentru protecția plantelor, respectiv calitatea pulverizării, pot influența în mod hotărâtor rezultatul combaterii.

Pierderile de substanțe fitofarmaceutice (neacoperirea suprafeței plantei datorită derivei traiectoriei picăturii sau evaporării acesteia) au influență negativă asupra eficienței economice și contribuie la poluarea mediului.

Este necesară realizarea unor mașini și echipamente care fac posibilă dozarea și aplicarea întregii cantități de pesticide numai pe suprafața dorită, fără pierderi, asigurând o poluare minimă a mediului [2, 3].

Lucrările de combatere în condiții de câmp presupun corelarea factorilor de ordin mecanic (mașina) cu cele de ordin organizatoric și metodologic. Efectul combaterii este optim numai atunci când se asigură o acoperire cât mai uniformă a plantelor cu pesticide, iar pierderile prin derivă și evaporare sunt minime.

Combining the two elements - machine and application system, depending to the specific conditions, represents the optimal solution for use of a minimum quantities of chemicals with maximum efficiency [1].

RESEARCHS ON REDUCING THE PESTICIDE USE

The current researches shows that to reduce the liquid flow, in the conditions by ensuring the treatment effectiveness, are very importance the spray jet characteristics [6, 16], such as:

- the size of the liquid droplets;
- how plant mass coverage;
- jet flow;
- distribution uniformity;
- tendency to drift.

Kersting shows that the size of the droplets has a significant effect on the amount of liquid applied per unit area. In table 1 [10], is shown the theoretical volume of solution in l / ha, to achieve a density of 100 drops/cm².

Combinarea celor două elemente - mașină și sistem de aplicare, în funcție de condițiile specifice, reprezintă soluția optimă pentru aplicarea unei cantități minime de substanță chimică cu eficiență maximă [1].

CERCETĂRI PRIVIND REDUCEREA CONSUMULUI DE PESTICIDE

Cercetările actuale demonstrează că pentru reducerea debitului de lichid, în condițiile asigurării eficacității tratamentelor, prezintă o importanță deosebită caracteristicile jetului pulverizat [6, 16], respectiv:

- mărimea picăturilor de lichid;
- modul de acoperire al masei vegetale;
- debitul jetului;
- uniformitatea de distribuție;
- tendința de derivă.

Kersting, demonstrează că mărimea picăturilor are o influență semnificativă asupra cantității de lichid aplicată pe unitatea de suprafață. În tabelul 1 [10] este prezentat volumul teoretic de soluție în l/ha, pentru realizarea unei densități de 100 picături/cm².

Table 1 / Tabelul 1

The theoretical volume of solution in l/ha, to achieve a density of 100 drops/cm². /
Volumul teoretic de soluție în l/ha, pentru realizarea unei densități de 100 picături/cm².

Droplet size Mărimea picăturilor [μm]	Theoretical volume of solution Volumul teoretic de soluție [l/ha]	Droplet size Mărimea picăturilor [μm]	Theoretical volume of solution Volumul teoretic de soluție [l/ha]
60	1,13	200	41,88
80	2,68	250	81,81
100	5,23	300	141,37
150	17,67	400	335,10

It follows that to achieve a corresponding degree of coverage (the formation of a continuous liquid film on the treated surface), it is necessary that the droplet size be as small and spectrum of droplet to be more uniform.

According to data from the literature, the effectiveness of treatment is influenced by environmental factors. Thus, as shown in table 2 [10], it is apparent that a drop with a diameter of 50 μm moving only 13 cm. to temperatures of 20° C and thus can not reach to the surface being treated. Therefore, for performing of treatment with very fine droplets is necessary to use a carrier medium, which may be air.

Rezultă că pentru realizarea unui grad de acoperire corespunzător (formarea unei pelicule continue de lichid pe suprafața tratată), se impune ca mărimea picăturilor să fie cât mai mică și spectrul de picături să fie uniform.

Potrivit datelor din literatura de specialitate eficacitatea tratamentelor este influențată și de factorii de mediu. Astfel, conform datelor prezentate în tabelul 2 [10], rezultă că o picătură cu diametrul de 50 μm parcurge doar 13 cm. la temperatura de 20°C și astfel nu poate ajunge până la suprafața tratată. În consecință, pentru efectuarea tratamentelor cu picături foarte fine se impune utilizarea unui mediu portant, care poate fi aerul.

Table 2 / Tabelul 2

Duration of the drops and displacement depending on the diameter (D),
for different temperatures (T) and relative humidity of the air (W) /
Durata de existență a picăturilor și spațiul parcurs de acestea în funcție de diametrul (D),
pentru diferite temperaturi (T) și umidități relative al aerului (W)

D [μm]	Duration of the drops / Durata de existență a picăturilor [s]		Displacement of the liquid drops Spațiul parcurs de particulele de lichid, [m]	
	T=20°C; W=30%	T=30°C; W=50%	T=20°C; W=30%	T=30°C; W=50%
200	200	56	81,69	21,03
100	50	14	6,71	1,83
50	12,5	3,5	0,13	0,03

In addition, experimental research in England shows that on the uniformity of distribution influence the technical condition of the sprayers [21]. Worsening to the distribution uniformity, with the increase the wear of sprayers leads to increase the consumption of pesticide, with adverse effects on the environment (Fig. 1).

Firms producing of nozzles, recommends the disposal to old nozzles and replacement them when the amount of

În plus, cercetările experimentale efectuate în Anglia, demonstrează că asupra uniformității de distribuție influențează și starea tehnică a pulverizatoarelor [21]. Înrăutățirea uniformității de distribuție pe măsura creșterii uzurii pulverizatoarelor conduce la creșterea consumului de pesticide, cu efecte nedorite asupra calității mediului (Fig. 1).

Firmele producătoare de duze recomandă clasarea duzelor ca uzate și înlocuirea lor, atunci când cantitatea

fluid passing through the nozzle exceeds by 10% the amount that passes by a new nozzle [17, 20].

de lichid ce trece prin duză depășește cu 10% cantitatea care trece printr-o duză nouă [17, 20].

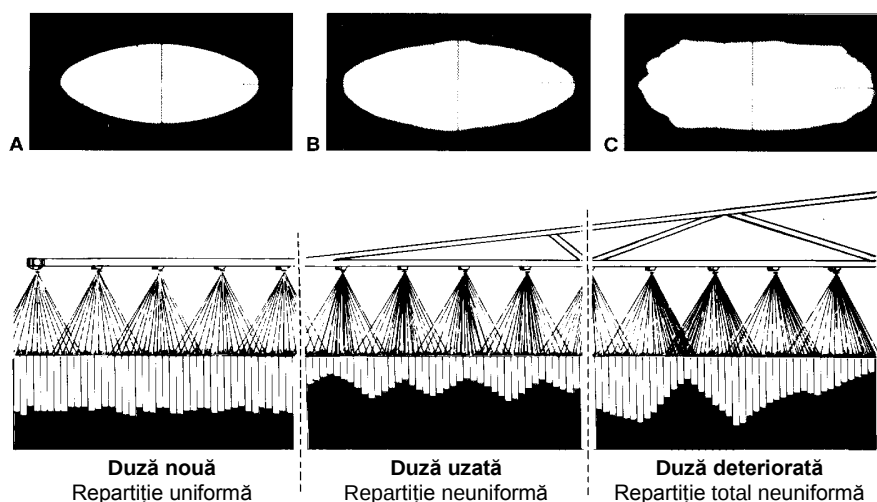


Fig.1 - Influence of sprayers wear on the distribution uniformity.
Influența uzurii pulverizatoarelor asupra uniformității de distribuție.

To ensure the application of plant protection products with maximum efficiency in terms of protecting the environment, it can be intervene in the design and realization of machines and equipment used in the field of plant protection, mainly through diversification the sprays, to control systems and to hydraulic components.

TECHNICAL SOLUTIONS USED TO MAKE SPRAYS

Producing companies of the nozzles offers a wide variety of constructive designs, grouped in function of the angle and shape of the jet and depending on the flow of liquid. Marking and coding of the nozzles depending on the liquid flow and the type of base is regulated by ISO 10265 [19], standard adopted worldwide. In figure 2 it show the way from marking the nozzles of production "Spraying System" and "Lecher".

Pentru a asigura aplicarea produselor de uz fitosanitar cu eficiență maximă în condițiile protejării mediului ambiant se poate interveni în faza de proiectare și realizare a mașinilor și echipamentelor utilizate în domeniul protecției fito-sanitare, în principal, prin diversificarea pulverizatoarelor, a sistemelor de reglare și a circuitelor hidraulice.

SOLUȚII TEHNICE UTILIZATE LA REALIZAREA PULVERIZATOARELOR

Firmele producătoare de duze oferă o gamă foarte variată de modele constructive, grupate atât în funcție de unghiul și forma jetului, cât și în funcție de debitul de lichid.. Marcarea și codificarea duzelor în funcție de debitul de lichid și a tipului de bază este reglementată prin norma ISO 10265 [19], adoptată pe plan mondial. În figura 2 se prezintă modul de inscripționare al duzelor de fabricație "Spraying System" și "Lecher".

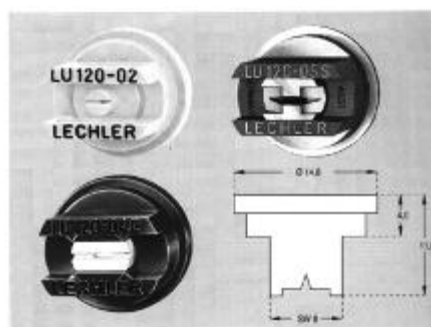
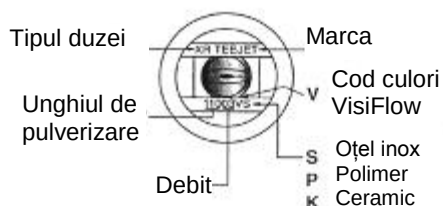


Fig. 2 - Marking the nozzles of production „Spraying System”
Marcarea duzelor de fabricație „Spraying System”.

Depending on the method of dispersion and spraying or to the transport jet, Stahli [12] systematize the spray systems, as follows:

- hydraulic systems of spraying with nozzles:
 - flat jet sprays;
 - flat jet sprays with low drift;
 - impact jet sprays;
 - cone jet sprays;

În funcție de procedeul de dispersie și pulverizare sau al transportului jetului, Stahli [12] sistematizează sistemele de pulverizare, după cum urmează:

- sisteme de pulverizare hidraulică cu duze:
 - pulverizatoare cu jet evantai;
 - pulverizatoare cu jet evantai flat jet sprays;
 - pulverizatoare cu jet evantai dublu;
 - pulverizatoare de impact;
 - pulverizatoare cu jet conic;

- mechanical spraying systems:
 - sprayers with horizontal disc;
 - sprayers with vertical disc;
- systems of spray with electrostatic charging of droplet;
- spray systems with two components - solution and air;
- pneumatic systems of spraying;
- hidro-pneumatic systems of spraying

The widespread use to the flat jet nozzles causes the producing companies to seek ways to improve the technical parameters of these nozzles, in particular in reducing the potential of drift by obtaining a spectrum of droplets less affected by climatic factors [4]. Research on improving the nozzles with flat jet of the universal type, to middle of the last decade, the company "Spraying System" has achieved nozzles - type "VisiFlow" - XR, followed shortly of Company "Lechler" - with nozzles LU.

The accepted range of pressure for using nozzles - XR type is somewhat higher, ranging from 1.0 to 4.0 barr and between 1.0 to 5.0 barr for nozzles - LU. Dependence the spectrum of drops obtained with these nozzles by to work pressure is shown in figure 3 [13].

- sisteme de pulverizare mecanice:
 - pulverizatoare cu discuri orizontale;
 - pulverizatoare cu discuri verticale;
- sisteme de pulverizare cu încărcarea electrostatică a picăturilor;
- sisteme de stropire cu două medii soluție și aer;
- sisteme de pulverizare pneumatice;
- sisteme de pulverizare hidro-pneumatice.

Utilizarea pe scară largă a duzelor cu jet evantai a determinat firmele producătoare să caute mijloace de îmbunătățire a parametrilor tehnici ai acestor duze, în special în ceea ce privește reducerea potențialului de derivă prin obținerea unui spectru de picături mai puțin afectați de factorii climatici [4]. În urma cercetărilor privind îmbunătățirea duzelor cu jet evantai de tip universal, la mijlocul deceniului trecut, firma „Spraying System” a realizat duza tip „VisiFlow” - XR, urmată la scurt timp de Firma „Lechler” - cu duzele LU.

Domeniul de presiune admis pentru utilizarea duzelor tip XR este ceva mai mare, fiind cuprins între 1,0 – 4,0 barr și între 1,0 – 5,0 barr pentru duzele LU. Dependența spectrului de picături realizat cu aceste duze în funcție de presiunea de lucru se prezintă în figura 3 [13].

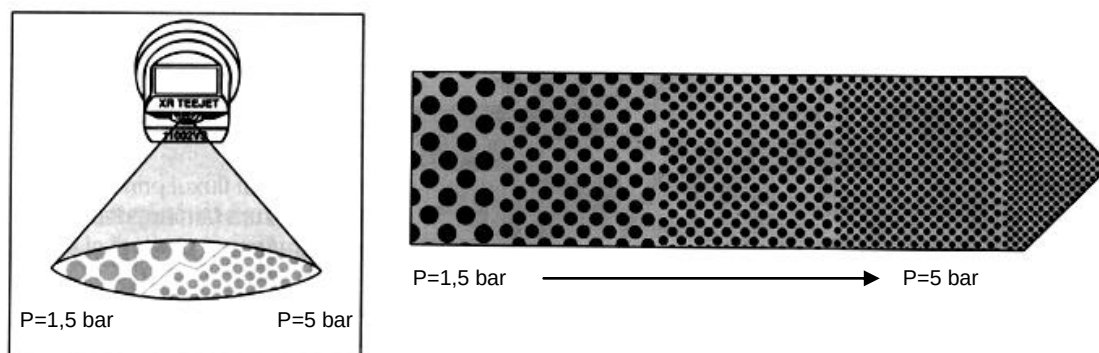


Fig. 3 – Spectrum of drops for nozzles - XR and LU depending on work pressure.
Spectrul de picături al duzelor XR și Lu în funcție de presiunea de lucru.

Compared to the specter of drops to the standard nozzles, the nozzles LU type achieves a more uniformly spectrum of droplets (Fig. 4) and at pressures ranging from 1.0 to 2.5 bar, are obtained very few fine droplets, thus reducing the losses by evaporation and drift [10].

Comparativ cu spectrul de picături al duzelor standard, duzele Tip LU realizează un spectru de picături mult mai uniform (Fig. 4), iar la presiuni cuprinse între 1,0 – 2,5 barr se obțin foarte puține picături fine, reducându-se astfel pierderile prin evaporare și derivă [10].

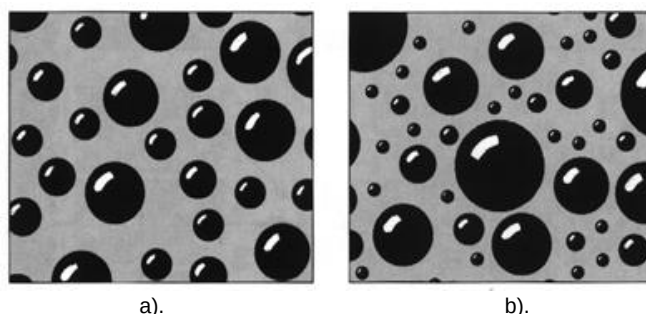


Fig. 4 – The spectrum of droplets: a). Nozzles - LU type b). Standard nozzles.
Spectrul de picături: a). pentru duze tip LU; b). pentru duze standard.

While the LU type nozzles ensure a more uniformly spectrum at the sizes 0.1, 0.15 and 0.2, the drift problem is not resolved properly.

In the early '90s, have been achieved the *servodrop nozzles* (SD) with better features in terms uniformity and size of the the spectrum of droplet with reduced drift potential, by incorporating a pre-spray before opening.

Deși duzele tip LU asigură un spectru mult mai uniform, la mărimile 0,1; 0,15 și 0,2 nu este rezolvată corespunzător problema derivei.

La începutul anilor '90, au fost realizate duzele *servodrop* (SD) cu caracteristici mai bune în ce privește uniformitatea și mărimea spectrului de picături și cu potențial de derivă redus, prin înglobarea unui

Currently, there is a diverse range of nozzles, the type with reduced drift (low - drift) under different names:

- DG Drift control;
- AD Antidrift;
- ADI Low – drift;
- SD No – drift.

In these pre-sprayers shall be reduced the speed of flow of the fluid and thereby lower the jet turbulence. Number of droplets of diameter less than 100 μ m is negligible, making the diameter of the droplets of 200-300 μ m even at low flow rates of liquid, a pressure of 1.5 to 6.0 barr. The use of nozzles - AD, drift is about five times lower than that of the standard nozzle (Fig. 5).

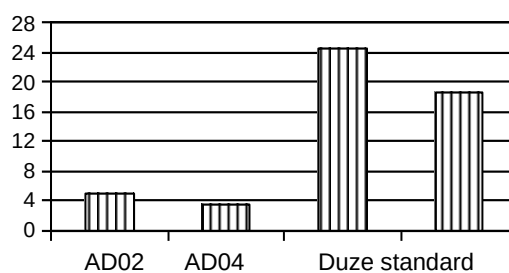


Fig. 5 – Evaluation the drift for nozzles - AD type and standard.
Evaluarea derivei duzelor tip AD și a celor standard

This type of nozzles ensures the possibility for the application of reduced doses of the solution, 100-150 l/ha.

Experience has shown that the *impact nozzles* achieves a more coarse spectrum of drops than nozzles of flat type, but has the disadvantage that it can be oriented only vertically or obliquely. Therefore, attempted the achieving to impact nozzles, that can be mounted on any type of usual spray heads. For example, the Turboo - Teejet nozzles ensure a more coarse spectrum of drops than the anti-drift nozzles of the same size, but their potential of drift is the lower [10].

On the other part, the coverage the plant material treated with drops, using universal nozzles is higher than to the treatment applied with the nozzles with coarse spectrum and cannot be equalized only by increasing the doses of liquid applied per unit area.

The nozzles with *tangential conical jet (hollow cone)* are used in particular to the machines for performing treatments in space or to hand spraying machines. More recently, are used to spraying equipment with bars, are used to surface spray [18].

The nozzle of the *dosing washer type*, in order to avoid very fine spraying of of the solution, due to the increase of the operating pressure, has the elastic holes. This is achieved by changing their diameter depending on the pressure and flow of the solution. This type of nozzles have recently appeared on the market and still do not know practical results on the treatments.

The *pneumatic spray systems* are used primarily to spray in orchards and vineyards [7]. The process was introduced also in the construction the field spray machines and the combined spray machines for spray and dust.

The pneumatic spray provides a very fine spray to liquid and a very good penetrability the drops jet in treated plant mass, due to the air flow produced by fan (Fig. 6).

Once the penetrated into mass the culture, laden air stream with fine droplets suspended is braked of plants and flow becomes a swirl, which explains deposit of phyto-

antepulverizator înaintea orificiului propriuzis. În prezent, există o gamă diversă de astfel de duze, de tip derivă redusă (*low – drift*) sub diferite denumiri:

- DG Drift control;
- AD Antidrift;
- ADI Low – drift;
- SD No – drift.

În aceste ante-pulverizatoare, se reduce viteza de curgere a lichidului și prin aceasta se micșorează turbulența la nivelul fantei. Ponderea picăturilor cu diametrul sub 100 μ m devine neglijabilă, asigurându-se diametre a picăturilor de 200 – 300 μ m chiar și la debite mici de lichid, la presiuni de 1,5 – 6,0 barr. În cazul utilizării duzelor tip AD, deriva este de circa cinci ori mai mică decât în cazul duzelor standard (Fig. 5).

Acest tip de duze asigură posibilitatea de aplicare a unor doze reduse de soluție, respectiv 100 – 150 l/ha.

Experiența a demonstrat că *duzele de impact* realizează un spectru mult mai grosier de picături decât cele de tip evantai, dar care prezintă dezavantajul că nu pot fi orientate decât vertical sau oblic. În consecință s-a încercat realizarea unor duze de impact care să poate fi montate pe orice tipuri de capete de pulverizare uzuale. De exemplu, duzele Turboo – Teejet asigură un spectru de picături mult mai grosier decât duzele antidrift de aceeași mărime, dar potențialul lor de derivă este foarte scăzut [10].

Pe de altă parte, gradul de acoperire al materialului vegetal tratat cu duze de tip universal, este mai mare decât la tratamente aplicate cu duze cu spectru grosier și nu poate fi echivalat decât prin doze sporite de lichid aplicat pe unitatea de suprafață.

Pulverizatoarele cu jet conic tangențial (hollow cone) sunt folosite în special la mașinile pentru efectuarea de tratamente în spațiu sau la aparatele de stropit manuale. Mai recent sunt folosite și la echipamentele de stropit cu bare utilizate la stropiri pe suprafață [18].

Duzele tip șaibă dozator, pentru a evita pulverizarea foarte fină a soluției ca urmare a creșterii presiunii de lucru, au orificiile elastice, permitând astfel modificarea diametrului acesora odată cu modificarea presiunii și a debitului de soluție. Acest tip de duze au apărut recent pe piață și încă nu se cunosc rezultatele experimentale sau practice ale tratamentelor.

Sistemele de pulverizare pneumatice sunt utilizate cu precădere la mașinile de stropit în pomicultură și viticultură [7]. Procedul a fost introdus și în construcția mașinilor de stropit în câmp și la mașinile combinate de stropit și prăfuit.

Pulverizatoarele pneumatice asigură o pulverizare foarte fină și o penetrabilitate foarte bună a jetului, datorită curentului de aer produs de ventilator (Fig. 6).

Odată pătruns în masa culturii, curentul de aer încărcat cu picături fine în suspensie este frânat de plante, curgerea lui devine turbionară, ceea ce explică depunerile

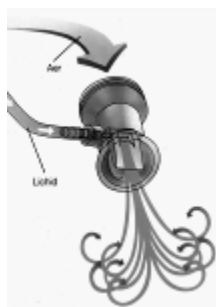


Fig. 6 – Pneumatic spray – Danfoil.
Pulverizator pneumatic – Danfoil.

sanitary materials on both sides of the leaves and plant parts in flow shadow.

The spray with rotating discs are able to provide very small drops and lend themselves in particular to air treatments with insecticides, with extremely low flow, of up to 1 l/ha. However, the solution reaches at the top and to based only 2% of the fitosanitary substance. Also, the uniformity of the distribution is negatively influenced by air currents.

The hydraulic spraying systems in air portant flow, combines the advantages of the hydraulic spray (observance of solution flow, the uniformity of the distribution and so on) with the superior permeability in the vegetable mass to the entrained jet of air portant flow [8].

By spraying of the solution in a air current, the quantity of active substance deposited on plant is nearly twice to the situation in that the same the solution quantity is applied of solution by hydraulic dispersion.

In order to reducing the loss of substance, by a more better adhesion on the plants and improving of the treatments carried, out with small amounts the substance, was tried the electrostatic loading the droplets. The spray systems with electrostatic loading of droplet, ensure the formation of liquid filaments who break away into droplets electrostatically charged. For these systems, almost exclusively, the droplets are deposited on the upper surface of the plants. Also, the large drop trajectory may not be influenced by the static electricity si these will reach in great extent on the soil.

de material fito-sanitar pe ambele fețe ale frunzelor și pe porțiuni de plantă aflate în umbra jetului.

Pulverizatoarele cu discuri rotative sunt în măsură să furnizeze stropi extrem de mici și se pretează îndeosebi la tratamentele aeriene cu insecticide cu debite extrem de reduse, de până la 1 l/ha. Însă, soluția ajunge pe partea superioară a plantelor iar la bază doar 2% din substanță fitosanitară. De asemenea, uniformitatea distribuției este influențată negativ de curenții de aer.

Sistemele de pulverizare hidraulice în curent portant de aer combină avantajele sistemului de pulverizare hidraulică (respectarea debitului de soluție, uniformitatea de distribuție etc.) cu penetrabilitatea superioară în masa vegetală a jetului antrenat de un curent de aer portant [8].

Prin pulverizarea soluției în curent de aer, cantitatea de substanță activă depusă pe plantă este aproape dublă față de varianta în care aceeași cantitate de soluție este aplicată prin dispersie hidraulică.

Având în vedere reducerea pierderilor de substanță printr-o mai bună aderență pe plantă și o îmbunătățire a tratamentelor efectuate cu cantități mai mici de soluție s-a încercat încărcarea electrostatică a picăturilor. Sistemele de pulverizare cu încărcarea electrostatică a picăturilor asigură formarea unor filamente de lichid ce se rup în picături încărcate electrostatic. Și în cazul acestor sisteme picăturile se depun aproape în totalitate pe suprafața superioară a plantelor. De asemenea, traiectoria picăturilor mari nu poate fi influențată prin încărcarea electrostatică, acestea ajungând în bună măsură pe sol.

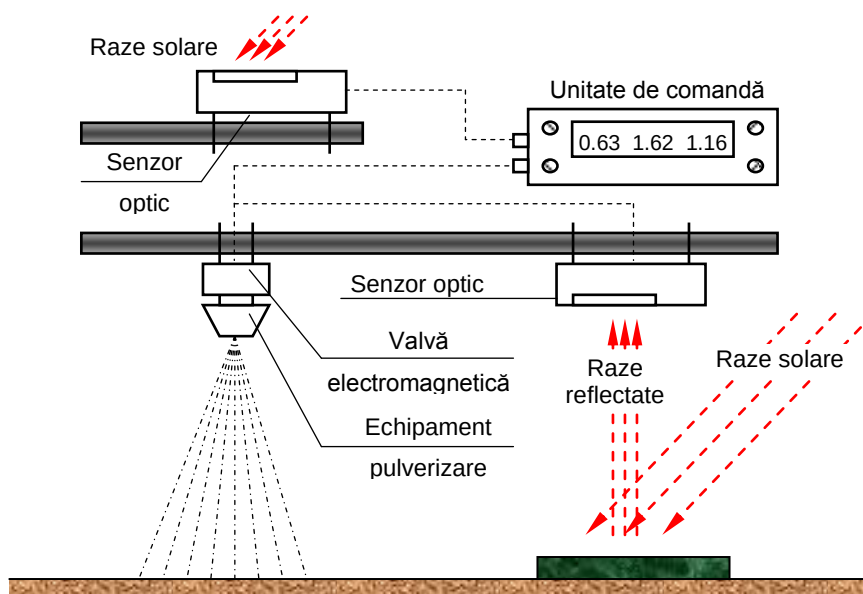


Fig. 7 – Scheme the opto-electronic system for plant protection.
Schema sistemului opto-electronic pentru protecția plantelor.

Between technical solutions for modernization of control systems is distinguished *use to opto-electronic control sensors* [10]. The control sensors adjusts the amount of liquid sprayed to plant surface variation. The sensor detects the green plants, being different of the soil surface or the gaps between plants and close or open the nozzles.

The equipments fitted with sensors (Fig. 7) are already used in the municipal sector and for weed combat on the railway embankments, with positive effects in terms of reducing the amount of pesticide used and default in the environment protection.

CONCLUSION

It given special attention to improving the equipment and new technologies for pest control, because these works occupy a significant share in the agricultural technologies.

Modernization of machinery, equipment and combat technologies is determined to the environmental and economic aspects of the work and the degree of development of agriculture.

Environmental conditions request further research in the field of pesticide application equipment for the achievement of very precise treatments, with pesticides low consumption, without diminishing efficiency.

Increasing the pest control quality can be ensured by:

- introduction of electronic equipments for precise control of dosage and distribution of the pesticides;
- the compliance of the procedures from the guidelines for "best practices" in the field of plant protection;
- regular training of service personnel and
- the harmonization of the national rules in the field with European standards.

Combining the control chemical methods with physical methods, with reduced pollution.

REFERENCES

- [1]. Balsari P: (2004), *A new International Standard proposal for assessing the efficiency of sprayer hoppers*. Aspects of Applied Biology vol. 1, p. 1-7.
- [2]. Cross, J. V, P.J. Walklate, R.A. Murray and G.M. Richardson, (2001), *Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 1. Effects of spray liquid flow rate*. Crop Protection 20 H. 1, p. 13-30.
- [3]. Ganzelmeier, H.: (2005), *Gis-based application of plant protection products - Examples from research and application*, Annual Review of Agricultural Engineering vol. 4/1, p. 245-255.
- [4]. Ganzelmeier; H. (2000), *Drift, drift reducing sprayers and sprayer testing*. Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, Aspects of Applied Biology, 57, Published by The Association of Applied Biologists (AAB), Warwick, p. 1-10.
- [5]. Matthews, G.,A. (1992), *Pesticide Application Methods*, Longman Singapore Publisher Ltd., Singapore.,
- [6]. Miller, P.C.H., A.G. Lane and H.C. Wheeler, (2000), *Matching the application of fungicides to crop canopy characteristics*, Proceedings of the BCPC Conference - Pests and Diseases, Brighton, UK, British Crop Protection Council, p. 629-636.
- [7]. Miller, P.C.H. (2002) *Spray behaviour associated with boom and air-assisted application systems*. American Society of Agricultural Engineers Paper 02-1004, ASAE Annual International Meeting, Chicago, Illinois, USA.
- [8]. Miller; P.C.H., M.C. Butler Ellis and A.J. Gilbert, (2002), *Extending the International (BCPC) spray classification*, Aspects of Applied Biology, 66, International

Dintre soluțiile tehnice pentru modernizarea sistemelor de control se evidențiază *utilizarea senzorilor de control opto-electronici* [10]. Senzorii de control adaptează cantitatea de lichid pulverizat la variația suprafeței plantelor. Senzorul detectează plantele verzi deosebindu-le de suprafața solului sau a golurilor în rândurile de plante și închid sau deschid duzele.

Echipamentele dotate cu senzori (Fig. 7) sunt deja folosite în sectorul municipal și pentru combaterea buruienilor de pe terasamentele căilor ferate, având efecte pozitive în ceea ce privește reducerea cantității de pesticid folosit și implicit în protecția mediului.

CONCLUZII

Se acordată o atenție deosebită perfecționării echipamentelor și tehnologiilor pentru combaterea dăunătorilor pentru că aceste lucrări ocupă o pondere însemnată în cadrul tehnologiilor agricole.

Modernizarea mașinilor, echipamentelor, și a tehnologiilor de combatere este determinată de cerințele de mediu, de aspectele economice ale lucrării și de gradul de dezvoltare a agriculturii.

Condițiile de mediu impun continuarea cercetărilor în domeniul echipamentelor de aplicare a pesticidelor, în sensul realizării unor tratamente foarte precise, cu consum redus de substanță chimică activă, fără diminuarea eficienței combaterii.

Creșterea calității combaterii se poate asigura prin:

- introducerea unor echipamente electronice pentru controlul precis al dozării și distribuției pesticidelor;
- respectarea normelor din ghidurile de „Bune Practici” în domeniul protecției plantelor;
- instruirii periodice a personalului de deservire și
- armonizarea normelor interne din domeniu cu normele europene.

Combinarea metodelor chimice de combatere cu metodele fizice, cu poluare redusă.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Balsari P: (2004), *O nouă propunere de standard internațional pentru evaluarea eficienței aparatelor de stropit*. Aspects of Applied Biology vol. 1, p. 1-7.
- [2]. Cross, J. V, P.J. Walklate, R.A. Murray and G.M. Richardson, (2001), *Depuneri și pierderi la aplicarea pesticidelor cu un atomizor pneumatic axial în plantațiile de măr: 1. Effects of spray liquid flow rate*. Crop Protection 20 H. 1, p. 13-30.
- [3]. Ganzelmeier, H.: (2005), *Aplicație GIS a produselor de protecție a plantelor - exemple de cercetare și de aplicare*, Annual Review of Agricultural Engineering vol. 4/1, p. 245-255.
- [4]. Ganzelmeier; H. (2000), *Deriva, reducerea derivei pulverizatoarelor și testarea pulverizator*. Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, Aspects of Applied Biology, 57, Published by The Association of Applied Biologists (AAB), Warwick, p. 1-10.
- [5]. Matthews, G.,A. (1992), *Metode de aplicare a pesticidelor*, Longman Singapore Publisher Ltd, Singapore.
- [6]. Miller, P.C.H., A.G. Lane and H.C. Wheeler, (2000), *Adaptarea aplicării fungicidelor la caracteristicile coronamentului culturilor*, Proceedings of the BCPC Conference - Pests and Diseases, Brighton, UK, British Crop Protection Council, p. 629-636.
- [7]. Miller, P.C.H. (2002) *Comportarea pulverizarelor și sistemelor de aplicare pneumatică - asistată*. American Society of Agricultural Engineers Paper 02-1004, ASAE Annual International Meeting, Chicago, Illinois, USA.
- [8]. Miller; P.C.H., M.C. Butler Ellis and A.J. Gilbert, (2002), *Extinderea clasificării internaționale a pulverizatoarelor (BCPC)*, Aspects of Applied Biology, 66,

advances in pesticide application, p. 17-24.

[9]. Nordmeyer; H., A. Zuk et al. (2003), *Experiences of site specific weed control in winter cereals*, Precision Agriculture, Wageningen, Academic Publishers, p. 457-462.

[10]. Roș, V., (2000), *Guide to disseminate environmental technologies*. Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.

[11]. Roș, V., (2003) *Water pollution control in agriculture*. Ed. Toderesco, Cluj-Napoca.

[12]. Stahli, W. (2003), *Machines for applying phytosanitary treatments and foliar fertilization of vegetable crops*. Ed. AgroPrint, Timișoara.

[13]. Walklate, P. J. and P. C. H. Miller: (2000), *Drift classification of boom sprayers based on single nozzle measurements in a wind tunnel*, Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, 17./18, January 2000. Aspects of Applied Biology 57, Published by The Association of Applied Biologists, Warwick, p. 49-56.

[14]. Wheellet, H.C., P.C.H. Miller, N.H. Perry: P.J.W Lutman and R.I. Hall, (2001), *A map-based system for patch spraying weeds - system control*. Proceedings, The BCPC Conference – Weeds, p. 847-852.

[15]. *** (2001), *Guidelines on good practice for aerial application of pesticides*, FAO Rome

[16]. *** (2001), *Guidelines on minimum requirements for agricultural pesticide application equipment*, FAO Rome.

[17]. *** (2001), *Guidelines on procedures for the registration, certification and testing of new pesticide application equipment*, FAO Rome 2001.

[18]. *** (2001), *Guidelines on standards for agricultural pesticide sprayers and related test procedures*, FAO Rome.

[19]. *** (2002), *HGCA Nozzle Guide*, Home Grown Cereals Authority, London, UK.

[20]. *** (2001), *Guidelines on the organization of schemes for testing and certification of spray equipment in use*, FAO Rome 2001.

[21]. *** European Standard, *Agricultural machinery – Sprayers – Inspection of sprayers in use – Part 1 Field crop sprayers*. Draft prEN 13790.

International advances in pesticide application, p. 17-24.

[9]. Nordmeyer; H., A. Zuk et al. (2003), *Cercetări experimentale privind controlul buruienilor în iarnă la culturile de cereale*, Precision Agriculture, Wageningen, Academic Publishers, p. 457-462.

[10]. Roș, V., ș.a. (2000), *Ghid pentru diseminarea tehnologiilor de mediu*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

[11]. Roș, V., ș.a. (2003) *Controlul poluării apei în agricultură*. Editura Toderesco, Cluj-Napoca.

[12]. Stahli, W. (2003), *Mașini pentru aplicarea tratamentelor fitosanitare și fertilizarea foliară a culturilor legumicole*. Editura AGROPRINT, Timișoara.

[13]. Walklate, P. J. and P. C. H. Miller: (2000), *Clasificarea pulverizatoarelor în funcție de derivă pe baza măsurătorilor unei duze într-un tunel de aer*, Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, 17./18, January 2000. Aspects of Applied Biology 57, Published by The Association of Applied Biologists, Warwick, p. 49-56.

[14]. Wheellet, H.C., P.C.H. Miller, N.H. Perry: P.J.W Lutman and R.I. Hall, (2001), *Sistem de pulverizare pe porțiuni bazat pe harți de îmburuienare - sistemul de control*. Proceedings, The BCPC Conference – Weeds, p. 847-852.

[15]. *** (2001), *Orientări privind bunele practici pentru pulverizarea aeriană a pesticidelor*, FAO Rome

[16]. *** (2001), *Cerințele minime pentru echipamentele de aplicare a pesticidelor*, FAO Rome.

[17]. *** (2001), *Liniile directoare privind procedurile de înregistrare, certificare și testare a echipamentelor noi de aplicare a pesticidelor*, FAO Rome 2001.

[18]. *** (2001), *Liniile directoare privind standardele pentru echipamente de stropit în agricultură și procedurile de încercare aferente*, FAO Rome.

[19]. *** (2002), *HGCA Ghid - duze*, Home Grown Cereals Authority, London, UK.

[20]. *** (2001), *Liniile directoare cu privire la organizarea de scheme de testare și certificare a echipamentelor de pulverizare în uz*, FAO Rome 2001.

[21]. *** Standard European, *Mașini agricole - Pulverizatoare - Inspectia pulverizatorilor în folosință - Partea 1: Stropirea culturilor de câmp*. Draft prEN 13790.

CONSIDERATIONS ON REDUCING OF PESTICIDE CONSUMPTION IN AGRICULTURE

CONSIDERAȚII PRIVIND REDUCEREA CONSUMULUI DE PESTICIDE ÎN AGRICULTURĂ

Assoc. Prof. Ph. D. Eng. Ghereș M. I, Prof. Ph. D. Eng. Ghereș Marinela

- U.T. Cluj Napoca -

Tel: 0264-401675; E-mail: Marius.Gheres@auto.utcluj.ro

Abstract: The paper presents the results of actual research on reducing pesticide use in agriculture, a view to reduce the environmental pollution. Are made proposals on the use of the optimal control technologies to ensure increased effectiveness of phytosanitary treatments applied.

Keywords: pesticide application in agriculture, efficient control technologies, environmental protection.

INTRODUCTION

The Pest control is an important part in the technological process of plant cultivation. The use of new varieties of plants and the application of new technologies in soil preparation do not give the desired results without applying of appropriate phytosanitary treatments. Execution at higher quality indices of these works, influence on the agricultural production. The need to increase the agricultural production, while limiting agricultural surfaces and conservation resources, has led to increased research on phytosanitary protection for new solutions to old problems [10, 12].

Pesticide use has a downside - environmental pollution. Currently, the problem of using or not the chemical control methods is one of the most debated issues [5, 11, 15]. Any study relating to pesticides and their application must be aimed at achieving the best results in as regards the control of diseases and pests with minimal environmental pollution. Given the reduction the cost price of agricultural products, agricultural producers have still need phytosanitary products but in terms of environmental protection, is necessary a more rigorous control of their use.

Modern pesticides have low remanence, are biodegradable, have low toxicity to other species, have selective action and are more active, but to obtain an effective treatment must be modernized the methods of application [9, 14]. At the same time, the application of the pesticides influences the degree of pollution the environment.

It is known that in addition to the appropriate phytosanitary substances and strict observance of their application periods, the machines and equipment for plant protection, respectively spray quality can decisively influence the result of fight.

The losses of plant protection substances (not covering the plant area due to trajectory drift or evaporation to droplet) have a negative influence on economic efficiency and contribute to environmental pollution.

Is needed the achievement of the machinery and equipment that make it possible the dosing and application of pesticides only on the desired surface without loss, ensuring minimal environmental pollution [2, 3].

The works to combat in field conditions suppose correlating of mechanical factors (machine) with the organizational and methodological factors. The effect of combating is optimal only when it ensures the more uniform coverage of the plants with pesticides and losses due to drift and evaporation are minimal.

Rezumat: În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor actuale privind reducerea consumului de pesticide în agricultură, având în vedere reducerea poluării mediului ambiant. Se fac propuneri privind utilizarea unor tehnologii optime de combatere care să asigure creșterea eficacității tratamentelor fitosanitare aplicate.

Cuvinte cheie: aplicarea pesticidelor în agricultură, tehnologii de combatere eficiente, protecția mediului.

INTRODUCERE

Combaterea bolilor și dăunătorilor reprezintă o verigă importantă în procesul tehnologic de cultivare a plantelor. Utilizarea noilor soiuri de plante și aplicarea unor noi tehnologii în pregătirea patului germinativ nu dau rezultatele dorite fără aplicarea tratamentelor corespunzătoare. Executarea la indici de calitate superiori, a acestor lucrări, influențează asupra producției agricole. Necesitatea sporirii producțiilor agricole, în condițiile limitării suprafețelor și conservării resurselor, a dus la accentuarea cercetărilor în domeniul protecției fitosanitare, pentru găsirea de noi soluții la vechile probleme [10, 12].

Utilizarea pesticidelor are și un dezavantaj – poluarea mediului înconjurător. În prezent, problema folosirii sau nu, a combaterii chimice este una din cele mai dezbătute probleme [5, 11, 15]. Orice studiu privind aplicarea pesticidelor urmărește obținerea de rezultate cât mai bune în ce privește combaterea bolilor și dăunătorilor cu poluarea minimă a mediului. Având în vedere reducerea prețului de cost al produselor agricole, producătorii agricoli vor avea nevoie în continuare de produse fitosanitare dar, din punct de vedere al protecției mediului, se impune un control mai riguros al utilizării acestora.

Pesticidele moderne au remanentă redusă, sunt biodegradabile, au toxicitate redusă pentru alte specii, au acțiune selectivă și sunt mult mai active, însă pentru a obține un tratament eficient trebuie modernizate metodele de aplicare [9, 14]. Totodată, modul de aplicare al pesticidelor influențează gradul de poluare a mediului înconjurător.

Este cunoscut faptul că pe lângă substanțele fitosanitare corespunzătoare și respectarea strictă a perioadelor de aplicare a acestora, mașinile și echipamentele pentru protecția plantelor, respectiv calitatea pulverizării, pot influența în mod hotărâtor rezultatul combaterii.

Pierderile de substanțe fitofarmaceutice (neacoperirea suprafeței plantei datorită derivei traiectoriei picăturii sau evaporării acesteia) au influență negativă asupra eficienței economice și contribuie la poluarea mediului.

Este necesară realizarea unor mașini și echipamente care fac posibilă dozarea și aplicarea întregii cantități de pesticide numai pe suprafața dorită, fără pierderi, asigurând o poluare minimă a mediului [2, 3].

Lucrările de combatere în condiții de câmp presupun corelarea factorilor de ordin mecanic (mașina) cu cele de ordin organizatoric și metodologic. Efectul combaterii este optim numai atunci când se asigură o acoperire cât mai uniformă a plantelor cu pesticide, iar pierderile prin derivă și evaporare sunt minime.

Combining the two elements - machine and application system, depending to the specific conditions, represents the optimal solution for use of a minimum quantities of chemicals with maximum efficiency [1].

RESEARCHS ON REDUCING THE PESTICIDE USE

The current researches shows that to reduce the liquid flow, in the conditions by ensuring the treatment effectiveness, are very importance the spray jet characteristics [6, 16], such as:

- the size of the liquid droplets;
- how plant mass coverage;
- jet flow;
- distribution uniformity;
- tendency to drift.

Kersting shows that the size of the droplets has a significant effect on the amount of liquid applied per unit area. In table 1 [10], is shown the theoretical volume of solution in l / ha, to achieve a density of 100 drops/cm².

Combinarea celor două elemente - mașină și sistem de aplicare, în funcție de condițiile specifice, reprezintă soluția optimă pentru aplicarea unei cantități minime de substanță chimică cu eficiență maximă [1].

CERCETĂRI PRIVIND REDUCEREA CONSUMULUI DE PESTICIDE

Cercetările actuale demonstrează că pentru reducerea debitului de lichid, în condițiile asigurării eficacității tratamentelor, prezintă o importanță deosebită caracteristicile jetului pulverizat [6, 16], respectiv:

- mărimea picăturilor de lichid;
- modul de acoperire al masei vegetale;
- debitul jetului;
- uniformitatea de distribuție;
- tendința de derivă.

Kersting, demonstrează că mărimea picăturilor are o influență semnificativă asupra cantității de lichid aplicată pe unitatea de suprafață. În tabelul 1 [10] este prezentat volumul teoretic de soluție în l/ha, pentru realizarea unei densități de 100 picături/cm².

Table 1 / Tabelul 1

The theoretical volume of solution in l/ha, to achieve a density of 100 drops/cm². /
Volumul teoretic de soluție în l/ha, pentru realizarea unei densități de 100 picături/cm².

Droplet size Mărimea picăturilor [μm]	Theoretical volume of solution Volumul teoretic de soluție [l/ha]	Droplet size Mărimea picăturilor [μm]	Theoretical volume of solution Volumul teoretic de soluție [l/ha]
60	1,13	200	41,88
80	2,68	250	81,81
100	5,23	300	141,37
150	17,67	400	335,10

It follows that to achieve a corresponding degree of coverage (the formation of a continuous liquid film on the treated surface), it is necessary that the droplet size be as small and spectrum of droplet to be more uniform.

According to data from the literature, the effectiveness of treatment is influenced by environmental factors. Thus, as shown in table 2 [10], it is apparent that a drop with a diameter of 50 μm moving only 13 cm. to temperatures of 20° C and thus can not reach to the surface being treated. Therefore, for performing of treatment with very fine droplets is necessary to use a carrier medium, which may be air.

Rezultă că pentru realizarea unui grad de acoperire corespunzător (formarea unei pelicule continue de lichid pe suprafața tratată), se impune ca mărimea picăturilor să fie cât mai mică și spectrul de picături să fie uniform.

Potrivit datelor din literatura de specialitate eficacitatea tratamentelor este influențată și de factorii de mediu. Astfel, conform datelor prezentate în tabelul 2 [10], rezultă că o picătură cu diametrul de 50 μm parcurge doar 13 cm. la temperatura de 20°C și astfel nu poate ajunge până la suprafața tratată. În consecință, pentru efectuarea tratamentelor cu picături foarte fine se impune utilizarea unui mediu portant, care poate fi aerul.

Table 2 / Tabelul 2

Duration of the drops and displacement depending on the diameter (D),
for different temperatures (T) and relative humidity of the air (W) /
Durata de existență a picăturilor și spațiul parcurs de acestea în funcție de diametrul (D),
pentru diferite temperaturi (T) și umidități relative al aerului (W)

D [μm]	Duration of the drops / Durata de existență a picăturilor [s]		Displacement of the liquid drops Spațiul parcurs de particulele de lichid, [m]	
	T=20°C; W=30%	T=30°C; W=50%	T=20°C; W=30%	T=30°C; W=50%
200	200	56	81,69	21,03
100	50	14	6,71	1,83
50	12,5	3,5	0,13	0,03

In addition, experimental research in England shows that on the uniformity of distribution influence the technical condition of the sprayers [21]. Worsening to the distribution uniformity, with the increase the wear of sprayers leads to increase the consumption of pesticide, with adverse effects on the environment (Fig. 1).

Firms producing of nozzles, recommends the disposal to old nozzles and replacement them when the amount of

În plus, cercetările experimentale efectuate în Anglia, demonstrează că asupra uniformității de distribuție influențează și starea tehnică a pulverizatoarelor [21]. Înrăutățirea uniformității de distribuție pe măsura creșterii uzurii pulverizatoarelor conduce la creșterea consumului de pesticide, cu efecte nedorite asupra calității mediului (Fig. 1).

Firmele producătoare de duze recomandă clasarea duzelor ca uzate și înlocuirea lor, atunci când cantitatea

fluid passing through the nozzle exceeds by 10% the amount that passes by a new nozzle [17, 20].

de lichid ce trece prin duză depășește cu 10% cantitatea care trece printr-o duză nouă [17, 20].

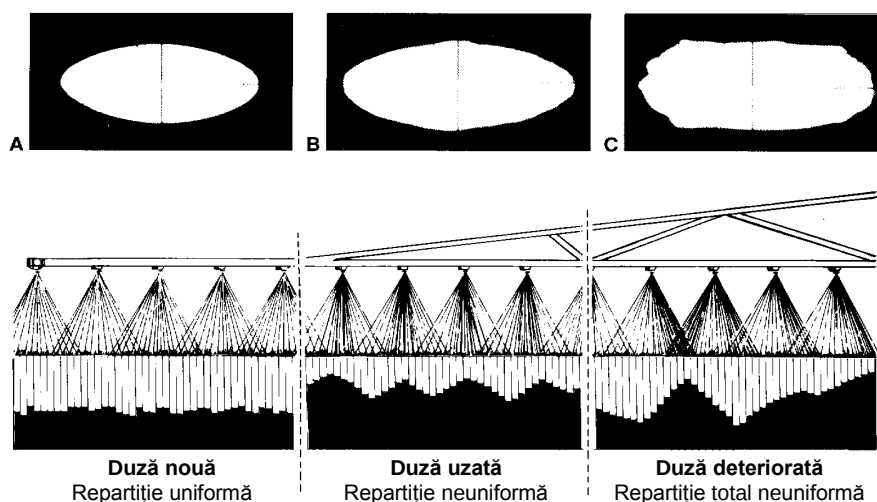


Fig.1 - Influence of sprayers wear on the distribution uniformity.
Influența uzurii pulverizatoarelor asupra uniformității de distribuție.

To ensure the application of plant protection products with maximum efficiency in terms of protecting the environment, it can be intervene in the design and realization of machines and equipment used in the field of plant protection, mainly through diversification the sprays, to control systems and to hydraulic components.

TECHNICAL SOLUTIONS USED TO MAKE SPRAYS

Producing companies of the nozzles offers a wide variety of constructive designs, grouped in function of the angle and shape of the jet and depending on the flow of liquid. Marking and coding of the nozzles depending on the liquid flow and the type of base is regulated by ISO 10265 [19], standard adopted worldwide. In figure 2 it show the way from marking the nozzles of production "Spraying System" and "Lecher".

Pentru a asigura aplicarea produselor de uz fitosanitar cu eficiență maximă în condițiile protejării mediului ambiant se poate interveni în faza de proiectare și realizare a mașinilor și echipamentelor utilizate în domeniul protecției fito-sanitare, în principal, prin diversificarea pulverizatoarelor, a sistemelor de reglare și a circuitelor hidraulice.

SOLUȚII TEHNICE UTILIZATE LA REALIZAREA PULVERIZATOARELOR

Firmele producătoare de duze oferă o gamă foarte variată de modele constructive, grupate atât în funcție de unghiul și forma jetului, cât și în funcție de debitul de lichid.. Marcarea și codificarea duzelor în funcție de debitul de lichid și a tipului de bază este reglementată prin norma ISO 10265 [19], adoptată pe plan mondial. În figura 2 se prezintă modul de inscripționare al duzelor de fabricație "Spraying System" și "Lecher".

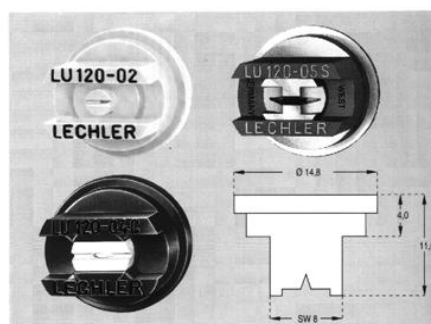
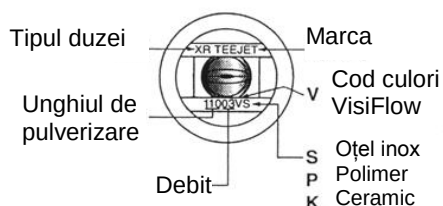


Fig. 2 - Marking the nozzles of production „Spraying System”
Marcarea duzelor de fabricație „Spraying System”.

Depending on the method of dispersion and spraying or to the transport jet, Stahli [12] systematize the spray systems, as follows:

- hydraulic systems of spraying with nozzles:
 - flat jet sprays;
 - flat jet sprays with low drift;
 - impact jet sprays;
 - cone jet sprays;

În funcție de procedeul de dispersie și pulverizare sau al transportului jetului, Stahli [12] sistematizează sistemele de pulverizare, după cum urmează:

- sisteme de pulverizare hidraulică cu duze:
 - pulverizatoare cu jet evantai;
 - pulverizatoare cu jet evantai flat jet sprays;
 - pulverizatoare cu jet evantai dublu;
 - pulverizatoare de impact;
 - pulverizatoare cu jet conic;

- mechanical spraying systems:
 - sprayers with horizontal disc;
 - sprayers with vertical disc;
- systems of spray with electrostatic charging of droplet;
- spray systems with two components - solution and air;
- pneumatic systems of spraying;
- hidro-pneumatic systems of spraying

The widespread use to the flat jet nozzles causes the producing companies to seek ways to improve the technical parameters of these nozzles, in particular in reducing the potential of drift by obtaining a spectrum of droplets less affected by climatic factors [4]. Research on improving the nozzles with flat jet of the universal type, to middle of the last decade, the company "Spraying System" has achieved nozzles - type "VisiFlow" - XR, followed shortly of Company "Lechler" - with nozzles LU.

The accepted range of pressure for using nozzles - XR type is somewhat higher, ranging from 1.0 to 4.0 barr and between 1.0 to 5.0 barr for nozzles - LU. Dependence the spectrum of drops obtained with these nozzles by to work pressure is shown in figure 3 [13].

- sisteme de pulverizare mecanice:
 - pulverizatoare cu discuri orizontale;
 - pulverizatoare cu discuri verticale;
- sisteme de pulverizare cu încărcarea electrostatică a picăturilor;
- sisteme de stropire cu două medii soluție și aer;
- sisteme de pulverizare pneumatice;
- sisteme de pulverizare hidro-pneumatice.

Utilizarea pe scară largă a duzelor cu jet evantai a determinat firmele producătoare să caute mijloace de îmbunătățire a parametrilor tehnici ai acestor duze, în special în ceea ce privește reducerea potențialului de derivă prin obținerea unui spectru de picături mai puțin afectate de factorii climatici [4]. În urma cercetărilor privind îmbunătățirea duzelor cu jet evantai de tip universal, la mijlocul deceniului trecut, firma „Spraying System” a realizat duza tip „VisiFlow” - XR, urmată la scurt timp de Firma „Lechler” - cu duzele LU.

Domeniul de presiune admis pentru utilizarea duzelor tip XR este ceva mai mare, fiind cuprins între 1,0 – 4,0 barr și între 1,0 – 5,0 barr pentru duzele LU. Dependența spectrului de picături realizat cu aceste duze în funcție de presiunea de lucru se prezintă în figura 3 [13].

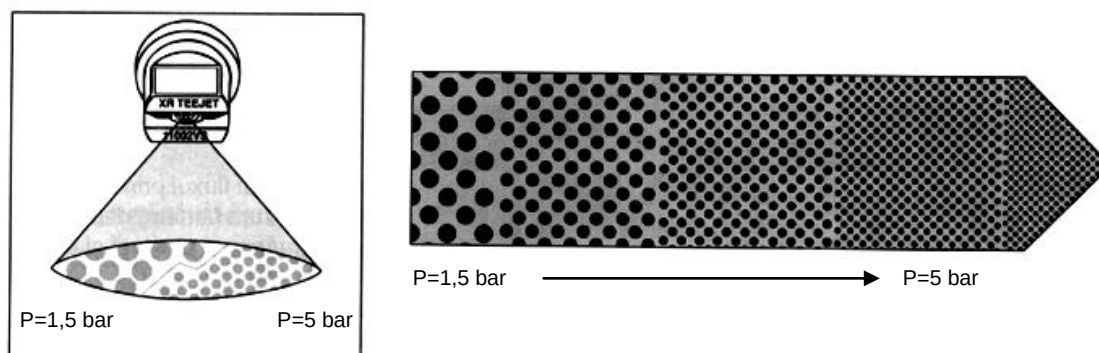


Fig. 3 – Spectrum of drops for nozzles - XR and LU depending on work pressure.
Spectrul de picături al duzelor XR și Lu în funcție de presiunea de lucru.

Compared to the specter of drops to the standard nozzles, the nozzles LU type achieves a more uniformly spectrum of droplets (Fig. 4) and at pressures ranging from 1.0 to 2.5 bar, are obtained very few fine droplets, thus reducing the losses by evaporation and drift [10].

Comparativ cu spectrul de picături al duzelor standard, duzele Tip LU realizează un spectru de picături mult mai uniform (Fig. 4), iar la presiuni cuprinse între 1,0 – 2,5 barr se obțin foarte puține picături fine, reducându-se astfel pierderile prin evaporare și derivă [10].

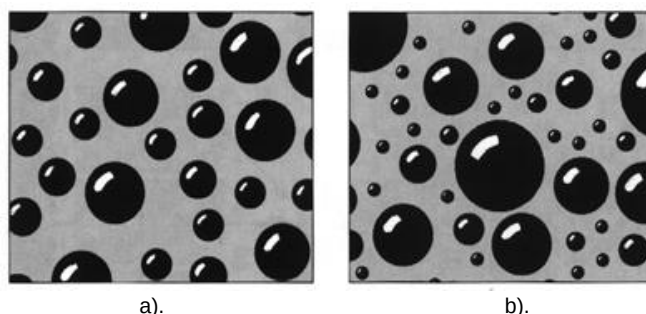


Fig. 4 – The spectrum of droplets: a). Nozzles - LU type b). Standard nozzles.
Spectrul de picături: a). pentru duze tip LU; b). pentru duze standard.

While the LU type nozzles ensure a more uniformly spectrum at the sizes 0.1, 0.15 and 0.2, the drift problem is not resolved properly.

In the early '90s, have been achieved the *servodrop nozzles* (SD) with better features in terms uniformity and size of the the spectrum of droplet with reduced drift potential, by incorporating a pre-spray before opening.

Deși duzele tip LU asigură un spectru mult mai uniform, la mărimile 0,1; 0,15 și 0,2 nu este rezolvată corespunzător problema derivei.

La începutul anilor '90, au fost realizate duzele *servodrop* (SD) cu caracteristici mai bune în ce privește uniformitatea și mărimea spectrului de picături și cu potențial de derivă redus, prin înglobarea unui

Currently, there is a diverse range of nozzles, the type with reduced drift (low - drift) under different names:

- DG Drift control;
- AD Antidrift;
- ADI Low – drift;
- SD No – drift.

In these pre-sprayers shall be reduced the speed of flow of the fluid and thereby lower the jet turbulence. Number of droplets of diameter less than 100 μ m is negligible, making the diameter of the droplets of 200-300 μ m even at low flow rates of liquid, a pressure of 1.5 to 6.0 barr. The use of nozzles - AD, drift is about five times lower than that of the standard nozzle (Fig. 5).

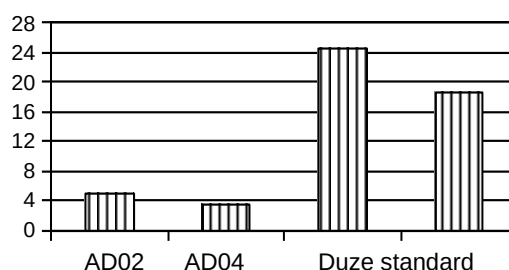


Fig. 5 – Evaluation the drift for nozzles - AD type and standard.
Evaluarea derivei duzelor tip AD și a celor standard

This type of nozzles ensures the possibility for the application of reduced doses of the solution, 100-150 l/ha.

Experience has shown that the *impact nozzles* achieves a more coarse spectrum of drops than nozzles of flat type, but has the disadvantage that it can be oriented only vertically or obliquely. Therefore, attempted the achieving to impact nozzles, that can be mounted on any type of usual spray heads. For example, the Turboo - Teejet nozzles ensure a more coarse spectrum of drops than the anti-drift nozzles of the same size, but their potential of drift is the lower [10].

On the other part, the coverage the plant material treated with drops, using universal nozzles is higher than to the treatment applied with the nozzles with coarse spectrum and cannot be equalized only by increasing the doses of liquid applied per unit area.

The nozzles with *tangential conical jet (hollow cone)* are used in particular to the machines for performing treatments in space or to hand spraying machines. More recently, are used to spraying equipment with bars, are used to surface spray [18].

The nozzle of the *dosing washer type*, in order to avoid very fine spraying of of the solution, due to the increase of the operating pressure, has the elastic holes. This is achieved by changing their diameter depending on the pressure and flow of the solution. This type of nozzles have recently appeared on the market and still do not know practical results on the treatments.

The *pneumatic spray systems* are used primarily to spray in orchards and vineyards [7]. The process was introduced also in the construction the field spray machines and the combined spray machines for spray and dust.

The pneumatic spray provides a very fine spray to liquid and a very good penetrability the drops jet in treated plant mass, due to the air flow produced by fan (Fig. 6).

Once the penetrated into mass the culture, laden air stream with fine droplets suspended is braked of plants and flow becomes a swirl, which explains deposit of phyto-

antepulverizator înaintea orificiului propriu. În prezent, există o gamă diversă de astfel de duze, de tip derivă redusă (*low – drift*) sub diferite denumiri:

- DG Drift control;
- AD Antidrift;
- ADI Low – drift;
- SD No – drift.

În aceste ante-pulverizatoare, se reduce viteza de curgere a lichidului și prin aceasta se micșorează turbulența la nivelul fantei. Ponderea picăturilor cu diametrul sub 100 μ m devine neglijabilă, asigurându-se diametre a picăturilor de 200 – 300 μ m chiar și la debite mici de lichid, la presiuni de 1,5 – 6,0 barr. În cazul utilizării duzelor tip AD, deriva este de circa cinci ori mai mică decât în cazul duzelor standard (Fig. 5).

Acest tip de duze asigură posibilitatea de aplicare a unor doze reduse de soluție, respectiv 100 – 150 l/ha.

Experiența a demonstrat că *duzele de impact* realizează un spectru mult mai grosier de picături decât cele de tip evantai, dar care prezintă dezavantajul că nu pot fi orientate decât vertical sau oblic. În consecință s-a încercat realizarea unor duze de impact care să poate fi montate pe orice tipuri de capete de pulverizare uzuale. De exemplu, duzele Turboo – Teejet asigură un spectru de picături mult mai grosier decât duzele antidrift de aceeași mărime, dar potențialul lor de derivă este foarte scăzut [10].

Pe de altă parte, gradul de acoperire al materialului vegetal tratat cu duze de tip universal, este mai mare decât la tratamente aplicate cu duze cu spectru grosier și nu poate fi echivalat decât prin doze sporite de lichid aplicat pe unitatea de suprafață.

Pulverizatoarele cu jet conic tangențial (hollow cone) sunt folosite în special la mașinile pentru efectuarea de tratamente în spațiu sau la aparatele de stropit manuale. Mai recent sunt folosite și la echipamentele de stropit cu bare utilizate la stropiri pe suprafață [18].

Duzele tip șaibă dozator, pentru a evita pulverizarea foarte fină a soluției ca urmare a creșterii presiunii de lucru, au orificiile elastice, permitând astfel modificarea diametrului acesora odată cu modificarea presiunii și a debitului de soluție. Acest tip de duze au apărut recent pe piață și încă nu se cunosc rezultatele experimentale sau practice ale tratamentelor.

Sistemele de pulverizare pneumatice sunt utilizate cu precădere la mașinile de stropit în pomicultură și viticultură [7]. Procedul a fost introdus și în construcția mașinilor de stropit în câmp și la mașinile combinate de stropit și prăfuit.

Pulverizatoarele pneumatice asigură o pulverizare foarte fină și o penetrabilitate foarte bună a jetului, datorită curentului de aer produs de ventilator (Fig. 6).

Odată pătruns în masa culturii, curentul de aer încărcat cu picături fine în suspensie este frânat de plante, curgerea lui devine turbionară, ceea ce explică depunerile

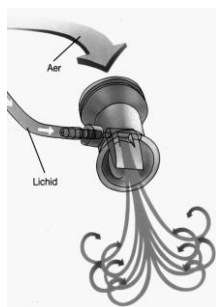


Fig. 6 – Pneumatic spray – Danfoil.
Pulverizator pneumatic – Danfoil.

sanitary materials on both sides of the leaves and plant parts in flow shadow.

The spray with rotating discs are able to provide very small drops and lend themselves in particular to air treatments with insecticides, with extremely low flow, of up to 1 l/ha. However, the solution reaches at the top and to based only 2% of the fitosanitary substance. Also, the uniformity of the distribution is negatively influenced by air currents.

The hydraulic spraying systems in air portant flow, combines the advantages of the hydraulic spray (observance of solution flow, the uniformity of the distribution and so on) with the superior permeability in the vegetable mass to the entrained jet of air portant flow [8].

By spraying of the solution in a air current, the quantity of active substance deposited on plant is nearly twice to the situation in that the same the solution quantity is applied of solution by hydraulic dispersion.

In order to reducing the loss of substance, by a more better adhesion on the plants and improving of the treatments carried, out with small amounts the substance, was tried the electrostatic loading the droplets. The spray systems with electrostatic loading of droplet, ensure the formation of liquid filaments who break away into droplets electrostatically charged. For these systems, almost exclusively, the droplets are deposited on the upper surface of the plants. Also, the large drop trajectory may not be influenced by the static electricity si these will reach in great extent on the soil.

de material fito-sanitar pe ambele fețe ale frunzelor și pe porțiuni de plantă aflate în umbra jetului.

Pulverizatoarele cu discuri rotative sunt în măsură să furnizeze stropi extrem de mici și se pretează îndeosebi la tratamentele aeriene cu insecticide cu debite extrem de reduse, de până la 1 l/ha. Însă, soluția ajunge pe partea superioară a plantelor iar la bază doar 2% din substanță fitosanitară. De asemenea, uniformitatea distribuției este influențată negativ de curenții de aer.

Sistemele de pulverizare hidraulice în curent portant de aer combină avantajele sistemului de pulverizare hidraulică (respectarea debitului de soluție, uniformitatea de distribuție etc.) cu penetrabilitatea superioară în masa vegetală a jetului antrenat de un curent de aer portant [8].

Prin pulverizarea soluției în curent de aer, cantitatea de substanță activă depusă pe plantă este aproape dublă față de varianta în care aceeași cantitate de soluție este aplicată prin dispersie hidraulică.

Având în vedere reducerea pierderilor de substanță printr-o mai bună aderență pe plantă și o îmbunătățire a tratamentelor efectuate cu cantități mai mici de soluție s-a încercat încărcarea electrostatică a picăturilor. Sistemele de pulverizare cu încărcarea electrostatică a picăturilor asigură formarea unor filamente de lichid ce se rup în picături încărcate electrostatic. Și în cazul acestor sisteme picăturile se depun aproape în totalitate pe suprafața superioară a plantelor. De asemenea, traiectoria picăturilor mari nu poate fi influențată prin încărcarea electrostatică, acestea ajungând în bună măsură pe sol.

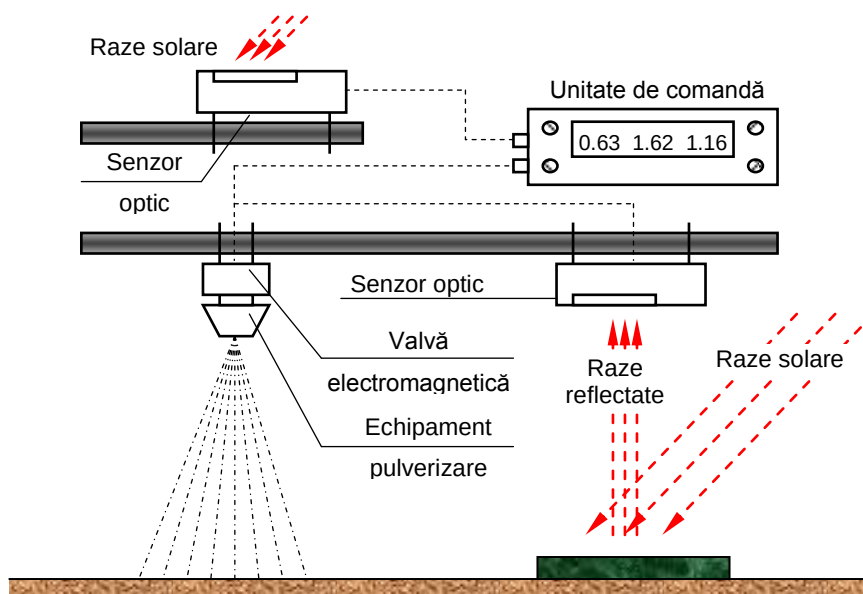


Fig. 7 – Scheme the opto-electronic system for plant protection.
Schema sistemului opto-electronic pentru protecția plantelor.

Between technical solutions for modernization of control systems is distinguished *use to opto-electronic control sensors* [10]. The control sensors adjusts the amount of liquid sprayed to plant surface variation. The sensor detects the green plants, being different of the soil surface or the gaps between plants and close or open the nozzles.

The equipments fitted with sensors (Fig. 7) are already used in the municipal sector and for weed combat on the railway embankments, with positive effects in terms of reducing the amount of pesticide used and default in the environment protection.

CONCLUSION

It given special attention to improving the equipment and new technologies for pest control, because these works occupy a significant share in the agricultural technologies.

Modernization of machinery, equipment and combat technologies is determined to the environmental and economic aspects of the work and the degree of development of agriculture.

Environmental conditions request further research in the field of pesticide application equipment for the achievement of very precise treatments, with pesticides low consumption, without diminishing efficiency.

Increasing the pest control quality can be ensured by:

- introduction of electronic equipments for precise control of dosage and distribution of the pesticides;
- the compliance of the procedures from the guidelines for "best practices" in the field of plant protection;
- regular training of service personnel and
- the harmonization of the national rules in the field with European standards.

Combining the control chemical methods with physical methods, with reduced pollution.

REFERENCES

- [1]. Balsari P: (2004), *A new International Standard proposal for assessing the efficiency of sprayer hoppers*. Aspects of Applied Biology vol. 1, p. 1-7.
- [2]. Cross, J. V, P.J. Walklate, R.A. Murray and G.M. Richardson, (2001), *Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 1. Effects of spray liquid flow rate*. Crop Protection 20 H. 1, p. 13-30.
- [3]. Ganzelmeier, H.: (2005), *Gis-based application of plant protection products - Examples from research and application*, Annual Review of Agricultural Engineering vol. 4/1, p. 245-255.
- [4]. Ganzelmeier; H. (2000), *Drift, drift reducing sprayers and sprayer testing*. Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, Aspects of Applied Biology, 57, Published by The Association of Applied Biologists (AAB), Warwick, p. 1-10.
- [5]. Matthews, G.,A. (1992), *Pesticide Application Methods*, Longman Singapore Publisher Ltd., Singapore.,
- [6]. Miller, P.C.H., A.G. Lane and H.C. Wheeler, (2000), *Matching the application of fungicides to crop canopy characteristics*, Proceedings of the BCPC Conference - Pests and Diseases, Brighton, UK, British Crop Protection Council, p. 629-636.
- [7]. Miller, P.C.H. (2002) *Spray behaviour associated with boom and air-assisted application systems*. American Society of Agricultural Engineers Paper 02-1004, ASAE Annual International Meeting, Chicago, Illinois, USA.
- [8]. Miller; P.C.H., M.C. Butler Ellis and A.J. Gilbert, (2002), *Extending the International (BCPC) spray classification*, Aspects of Applied Biology, 66, International

Dintre soluțiile tehnice pentru modernizarea sistemelor de control se evidențiază *utilizarea senzorilor de control opto-electronici* [10]. Senzorii de control adaptează cantitatea de lichid pulverizat la variația suprafeței plantelor. Senzorul detectează plantele verzi deosebindu-le de suprafața solului sau a golurilor în rândurile de plante și închid sau deschid duzele.

Echipamentele dotate cu senzori (Fig. 7) sunt deja folosite în sectorul municipal și pentru combaterea buruienilor de pe terasamentele căilor ferate, având efecte pozitive în ceea ce privește reducerea cantității de pesticid folosit și implicit în protecția mediului.

CONCLUZII

Se acordată o atenție deosebită perfecționării echipamentelor și tehnologiilor pentru combaterea dăunătorilor pentru că aceste lucrări ocupă o pondere însemnată în cadrul tehnologiilor agricole.

Modernizarea mașinilor, echipamentelor, și a tehnologiilor de combatere este determinată de cerințele de mediu, de aspectele economice ale lucrării și de gradul de dezvoltare a agriculturii.

Condițiile de mediu impun continuarea cercetărilor în domeniul echipamentelor de aplicare a pesticidelor, în sensul realizării unor tratamente foarte precise, cu consum redus de substanță chimică activă, fără diminuarea eficienței combaterii.

Creșterea calității combaterii se poate asigura prin:

- introducerea unor echipamente electronice pentru controlul precis al dozării și distribuției pesticidelor;
- respectarea normelor din ghidurile de „Bune Practici” în domeniul protecției plantelor;
- instruirii periodice a personalului de deservire și
- armonizarea normelor interne din domeniu cu normele europene.

Combinarea metodelor chimice de combatere cu metodele fizice, cu poluare redusă.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Balsari P: (2004), *O nouă propunere de standard internațional pentru evaluarea eficienței aparatelor de stropit*. Aspects of Applied Biology vol. 1, p. 1-7.
- [2]. Cross, J. V, P.J. Walklate, R.A. Murray and G.M. Richardson, (2001), *Depuneri și pierderi la aplicarea pesticidelor cu un atomizor pneumatic axial în plantațiile de măr: 1. Effects of spray liquid flow rate*. Crop Protection 20 H. 1, p. 13-30.
- [3]. Ganzelmeier, H.: (2005), *Aplicație GIS a produselor de protecție a plantelor - exemple de cercetare și de aplicare*, Annual Review of Agricultural Engineering vol. 4/1, p. 245-255.
- [4]. Ganzelmeier; H. (2000), *Deriva, reducerea derivei pulverizatoarelor și testarea pulverizator*. Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, Aspects of Applied Biology, 57, Published by The Association of Applied Biologists (AAB), Warwick, p. 1-10.
- [5]. Matthews, G.,A. (1992), *Metode de aplicare a pesticidelor*, Longman Singapore Publisher Ltd, Singapore.
- [6]. Miller, P.C.H., A.G. Lane and H.C. Wheeler, (2000), *Adaptarea aplicării fungicidelor la caracteristicile coronamentului culturilor*, Proceedings of the BCPC Conference - Pests and Diseases, Brighton, UK, British Crop Protection Council, p. 629-636.
- [7]. Miller, P.C.H. (2002) *Comportarea pulverizarelor și sistemelor de aplicare pneumatică - asistată*. American Society of Agricultural Engineers Paper 02-1004, ASAE Annual International Meeting, Chicago, Illinois, USA.
- [8]. Miller; P.C.H., M.C. Butler Ellis and A.J. Gilbert, (2002), *Extinderea clasificării internaționale a pulverizatoarelor (BCPC)*, Aspects of Applied Biology, 66,

advances in pesticide application, p. 17-24.

[9]. Nordmeyer; H., A. Zuk et al. (2003), *Experiences of site specific weed control in winter cereals*, Precision Agriculture, Wageningen, Academic Publishers, p. 457-462.

[10]. Roş, V., (2000), *Guide to disseminate environmental technologies*. Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.

[11]. Roş, V., (2003) *Water pollution control in agriculture*. Ed. Toderesco, Cluj-Napoca.

[12]. Stahl, W. (2003), *Machines for applying phytosanitary treatments and foliar fertilization of vegetable crops*. Ed. AgroPrint, Timişoara.

[13]. Walklate, P. J. and P. C. H. Miller: (2000), *Drift classification of boom sprayers based on single nozzle measurements in a wind tunnel*, Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, 17./18, January 2000. Aspects of Applied Biology 57, Published by The Association of Applied Biologists, Warwick, p. 49-56.

[14]. Wheel, H.C., P.C.H. Miller, N.H. Perry: P.J.W Lutman and R.I. Hall, (2001), *A map-based system for patch spraying weeds - system control*. Proceedings, The BCPC Conference – Weeds, p. 847-852.

[15]. *** (2001), *Guidelines on good practice for aerial application of pesticides*, FAO Rome

[16]. *** (2001), *Guidelines on minimum requirements for agricultural pesticide application equipment*, FAO Rome.

[17]. *** (2001), *Guidelines on procedures for the registration, certification and testing of new pesticide application equipment*, FAO Rome 2001.

[18]. *** (2001), *Guidelines on standards for agricultural pesticide sprayers and related test procedures*, FAO Rome.

[19]. *** (2002), *HGCA Nozzle Guide*, Home Grown Cereals Authority, London, UK.

[20]. *** (2001), *Guidelines on the organization of schemes for testing and certification of spray equipment in use*, FAO Rome 2001.

[21]. *** European Standard, *Agricultural machinery – Sprayers – Inspection of sprayers in use – Part 1 Field crop sprayers*. Draft prEN 13790.

International advances in pesticide application, p. 17-24.

[9]. Nordmeyer; H., A. Zuk et al. (2003), *Cercetări experimentale privind controlul buruienilor în iarnă la culturile de cereale*, Precision Agriculture, Wageningen, Academic Publishers, p. 457-462.

[10]. Roş, V., ş.a. (2000), *Ghid pentru diseminarea tehnologiilor de mediu*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

[11]. Roş, V., ş.a. (2003) *Controlul poluării apei în agricultură*. Editura Toderesco, Cluj-Napoca.

[12]. Stahl, W. (2003), *Maşini pentru aplicarea tratamentelor fitosanitare şi fertilizarea foliară a culturilor legumicole*. Editura AGROPRINT, Timişoara.

[13]. Walklate, P. J. and P. C. H. Miller: (2000), *Clasificarea pulverizatoarelor în funcţie de derivă pe baza măsurărilor unei duze într-un tunel de aer*, Proceedings of AAB-workshop Pesticide Application, 17./18, January 2000. Aspects of Applied Biology 57, Published by The Association of Applied Biologists, Warwick, p. 49-56.

[14]. Wheel, H.C., P.C.H. Miller, N.H. Perry: P.J.W Lutman and R.I. Hall, (2001), *Sistem de pulverizare pe porţiuni bazat pe haţi de îmburuienare - sistemul de control*. Proceedings, The BCPC Conference – Weeds, p. 847-852.

[15]. *** (2001), *Orientări privind bunele practici pentru pulverizarea aeriană a pesticidelor*, FAO Rome

[16]. *** (2001), *Cerinţele minime pentru echipamentele de aplicare a pesticidelor*, FAO Rome.

[17]. *** (2001), *Liniile directoare privind procedurile de înregistrare, certificare şi testare a echipamentelor noi de aplicare a pesticidelor*, FAO Rome 2001.

[18]. *** (2001), *Liniile directoare privind standardele pentru echipamente de stropit în agricultură şi procedurile de încercare aferente*, FAO Rome.

[19]. *** (2002), *HGCA Ghid - duze*, Home Grown Cereals Authority, London, UK.

[20]. *** (2001), *Liniile directoare cu privire la organizarea de scheme de testare şi certificare a echipamentelor de pulverizare în uz*, FAO Rome 2001.

[21]. *** Standard European, *Maşini agricole - Pulverizatoare - Inspectia pulverizatorilor în folosinţă - Partea 1: Stropirea culturilor de câmp*. Draft prEN 13790.

EVALUATION OF REGULATED AND NON-REGULATED POLLUTANT EMISSIONS AT COLD START AND DURING WARM-UP FOR A COMPRESSION IGNITED TRACTOR ENGINE THAT WORKS WITH BLENDS

EVALUAREA EMISIILOR POLUANTE REGLEMENTATE SI NEREGLEMENTATE LA PORNIREA LA RECE SI IN PERIOADA INCALZIRII IN CAZUL UNUI MAC DE TRACTOR ALIMENTAT CU AMESTECURI

Assist. Ph.D. Eng. Moldovanu D., Prof. Ph.D. Eng. Burnete N., Assist. Ph.D. Eng. Kocsis L.,
Assist. Ph.D. Eng. Băldean D.L.

- TU Cluj Napoca -

Tel: 0264-402790; E-mail: dan.moldovanu@auto.utcluj.ro

Abstract: The present research concentrates on the investigation possibilities and analysis of the regulated and non-regulated pollutant emissions, for a four cylinder Diesel engine that works with blends of biofuels, during the startup at controlled temperatures of 0°C and -5°C. Other presented aspects include the current regulation on pollutant emissions and the negative effects that non-regulated pollutants have on humans and the nature in general.

Keywords: non-regulated pollutant emissions, Diesel engine, cold start, warmup, tractor.

INTRODUCTION

Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2007 on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6).

The main goal is limiting the pollution caused by road vehicles, thus this Regulation introduces common requirements for emissions from motor vehicles and their specific replacement parts (Euro 5 and Euro 6 standards). Furthermore it establishes measures to ensure the improvement of access to information on vehicle repairs and the promotion of the rapid production of vehicles in compliance with the provisions of the Regulation [8].

The categories covered by The Regulation are M1, M2, N1 and N2, with a reference mass not exceeding 2.610 kg.

Euro 5 standard from diesel vehicles:

- carbon monoxide: 500 mg/km;
- particulates: 5 mg/km (80 % reduction of emissions in comparison to the Euro 4 standard);
- nitrogen oxides (NOx): 180 mg/km (20 % reduction of emissions in comparison to the Euro 4 standard);
- combined emissions of hydrocarbons and nitrogen oxides: 230 mg/km.

Euro 6 Standard:

As soon as the Euro 6 standard enters into force all vehicles having a diesel engine will be required to substantially reduce their emissions of nitrogen oxides. For example, 80 mg/km (an additional reduction of more than 50 % compared to the Euro 5 standard) will be the limit of emissions from cars and other vehicles intended to be used for transport. Further reductions include the combined emissions of hydrocarbons and nitrogen oxides from diesel vehicles, which will be limited at, for example, 170 mg/km for cars and other vehicles intended to be used for

Rezumat: Lucrarea prezintă investigarea posibilităților și analiza emisiilor poluante reglementate și nereglementate în cazul unui motor Diesel cu 4 cilindri, alimentat cu biocombustibili, pe perioada pornirii la temperaturi controlate de 0°C și 5°C. Sunt prezentate de asemenea și reglementarea cea mai curentă a emisiilor poluante și efectele negative ale poluanților nereglementați asupra oamenilor și naturii în general.

Cuvinte cheie: emisii poluante nereglementate, motor Diesel, pornire la rece, încălzire, tractor.

INTRODUCERE

Regulament (EC) cu Nr. 715/2007 a Parlamentului European și a Consiliului din data de 20 Iunie 2007 privind omologarea de tip a autovehiculelor în ceea ce privește emisiile provenind de la vehiculele ușoare pentru pasageri și de la vehiculele ușoare comerciale (Euro 5 și Euro 6).

Pentru a limita poluarea cauzată de autovehicule, acest Regulament introduce cerințe comune pentru emisiile autovehiculelor și părțile lor specifice de înlocuire (standardele Euro 5 și Euro 6). Acesta mai stabilește de asemenea măsuri care îmbunătățesc accesul la informații privind reparația autovehiculelor și promovarea producției rapide a autovehiculelor în conformitate cu prevederile Regulamentului [8].

Regulamentul acoperă autovehiculele din categoriile M1, M2, N1 și N2, cu o masă de referință care să nu depășească 2.610 kg.

Standardul Euro 5 pentru automobilele diesel:

- monoxid de carbon: 500 mg/km;
- particularități: 5 mg/km (80% reducere a emisiilor în comparație cu standardul Euro 4);
- oxizi de nitrogen (NOx): 180 mg/km (20% reducere a emisiilor în comparație cu standardul Euro 4);
- emisii combinate de hidrocarburi și oxizi de nitrogen: 230 mg/km.

Standardul Euro 6:

Tuturor autovehiculelor echipate cu un motor diesel li se vor impune o reducere substanțială a emisiilor lor de oxizi de nitrogen de cum va fi impus standardul Euro 6. De exemplu emisiile de la mașini și de la alte vehicule menite a fi folosite pentru transport vor fi limitate la 80 mg/km (o reducere adițională cu mai mult de 50% în comparație cu standardul Euro 5). De asemenea vor fi reduse și emisiile combinate de hidrocarburi și oxizi de nitrogen de la autovehicule diesel. Acestea vor fi limitate, de exemplu, la 170 mg/km pentru mașini și alte vehicule menite a fi folosite pentru transport [8].

transport [8].

EMMISSION CLASSIFICATION

CO - Although the Carbon monoxide (CO) is a colorless, odorless, and tasteless gas, its density is slightly lower than that of the air. Although it is produced in normal animal metabolism in low quantities and it is also known to have some normal biological functions, CO is known as being toxic to humans and animals when encountered in higher concentrations. Although in the atmosphere it is spatially variable and short lived, CO has a role in the formation of ground-level ozone [1].

NOx - is a generic term which refers to mono-nitrogen oxides NO and NO₂ (nitric oxide and nitrogen dioxide) which are produced from the reaction of nitrogen and oxygen gases in the air during combustion (especially at high temperatures). The amount of nitrogen oxides emitted into the atmosphere as air pollution can be significant in areas of high motor vehicle traffic, such as large cities. The main NOx formation process is during the occurrence of combustion in the presence of nitrogen – as in an air-breathing engine, but they are also produced naturally by lightning. In atmospheric chemistry, NOx represents the total concentration of NO and NO₂. NOx gases have a central role in the formation of tropospheric ozone, but they also react to form smog and acid rain [2].

NOx forms nitric acid vapors and related particles by reacting with ammonia, moisture, and other compounds. In extreme cases premature death can be caused when small particles penetrate deeply into sensitive lung tissue and damage it. Therefore, the inhalation of such particles may cause or worsen respiratory diseases (e.g. emphysema or bronchitis) or may also aggravate existing heart disease.[2]

To form Ozone, NOx must react with volatile organic compounds in the presence of sunlight. Ozone mostly affects children, the elderly and the asthmatics, by causing them lung-related problems. Taking into consideration that the Ozone can be transported by wind currents, its health causes are far from the original sources. The last report from The American Lung Association shows us that nearly 50 percent of United States inhabitants live in counties that are not in ozone compliance.[7]

C₂H₂ – Acetylene is a colorless gas widely used as a fuel and a chemical building block. C₂H₂ is also a hydrocarbon and the simplest alkyne. [9]

C₂H₄ – Ethylene is a colorless flammable gas with a faint "sweet and musky" odor. Ethylene can be involved in reactions that produce ground level ozone and although it damages crops and materials, it is of low toxicity to humans. Exposure to ethylene is highly unlikely to have adverse health effects, however the inhalation of air containing extremely high levels of ethylene may cause side effects like headaches, drowsiness, dizziness, nausea, weakness and unconsciousness. Studies have shown that ethylene is metabolized to ethylene oxide, which has more adverse effects on human health [14].

C₃H₆ – Cyclopropane is a cycloalkane molecule and it is an anaesthetic when inhaled. Also it is flammable [11].

C₃H₈ - Propane is a three-carbon alkane, normally a gas, but compressible to a transportable liquid [12].

C₄H₆ – Butadiene is the monomer used in the production of synthetic rubber and an important industrial chemical. Although acute exposure results in irritation of the mucous membranes, higher levels cause neurological effects such as blurred vision, fatigue, headache and vertigo. Exposure to the skin leads to frostbite, while long-term exposure has been associated with cardiovascular disease, there is a consistent association with leukemia,

CLASIFICAREA EMISIILOR

CO - Monoxidul de Carbon (CO) este un gaz incolor, inodor și fără gust, cu o densitate puțin mai mică decât cea a aerului. Acesta este toxic pentru oameni și animale când este întâlnit în concentrații mai mari, deși el este de asemenea produs în cantități mici în metabolismul normal animal și se crede că are anumite funcții biologice normale. În atmosferă CO este spațial variabil, cu o viață scurtă, având rol în formarea ozonului la nivelul solului [1].

NO_x - este un termen general pentru oxizi de mono-nitrogen NO și NO₂ (oxid de azot și dioxid de nitrogen). Aceștia sunt produși din reacția gazelor de nitrogen și oxigen din aer de-a lungul arderii, în special la temperaturi mari. În zone cu trafic mare de autovehicule, precum în orașele mari, cantitatea de oxizi de nitrogen emiși în atmosferă ca și poluanți poate fi considerabilă. Gazele NO_x se formează oricând se produce ardere în prezența nitrogenului - precum un motor care respiră aer; ei mai sunt produși și natural de trăznet. În chimia atmosferică, termenul înseamnă concentrația totală de NO și NO₂. Gazele NO_x reacționează pentru a forma smog și ploaie acidă dar au rol principal și în formarea ozonului troposferic [2].

NO_x reacționează cu amoniacul, umiditatea, și alți compuși pentru a forma vapori de acid azotic și particule asemănătoare. Mici particule pot penetra adânc în țesutul pulmonar și îl pot răni, cauzând moarte prematură în cazuri extreme. Inhalarea unor asemenea particule poate cauza sau înrăutăți bolile respiratorii precum emfizemul sau bronșita, sau poate agrava bolile cardiovasculare existente. [2]

NO_x reacționează cu compușii organici volatili în prezența luminii soarelui pentru a forma ozon. Ozonul poate cauza efecte adverse precum răni în țesutul pulmonar și reducerea funcționării plămânului la persoanele susceptibile (copii, bătrânii, astmaticii). Ozonul poate fi transportat de curenții de aer și poate cauza impacturi asupra sănătății departe de sursele acestora. American Lung Association estimează că aproximativ 50% din locuitorii Statelor Unite trăiesc în județe care nu sunt în conformitate cu standardele de ozon. [7]

C₂H₂ - Acetilena este o hidrocarbură și cea mai simplă alchină, un gaz incolor utilizat pe scară largă ca și combustibil și ca și compus de bază. [9]

C₂H₄ - Etilena este un gaz incolor inflamabil cu un miros slab "dulciu și moscat". Etilena poate fi implicată în reacții care produc ozon la nivelul solului, care poate strica culturile și materialele. Etilena are o toxicitate mică pentru oameni și expunerea la etilenă nu are efecte adverse asupra sănătății. Totuși, inhalarea de aer care conține nivele mari de etilenă pot provoca efecte precum dureri de cap, somnolență, amețală, greață, slăbiciune și inconștiență. Studiile arată că etilena este metabolizată la oxid de etilenă, care are mai multe efecte adverse asupra sănătății [14].

C₃H₆ - Ciclopropanul este o moleculă cicloalcană, un anestezic când este inhalat. Și de asemenea inflamabil [11].

C₃H₈ - Propanul este un alcan cu trei atomi de carbon, de obicei un gaz, dar compresibil într-un lichid transportabil [12].

C₄H₆ - Butadiena este un produs chimic industrial important, folosit ca și monomer în producția de cauciuc sintetic. Expunerea acută provoacă efecte secundare neurologice, vedere în ceață, oboseală, durere de cap, amețală. Expunerea la piele poate duce la degerătură. Expunerea pe termen lung a fost asociată cu boli cardiovasculare, dar și cu leucemie, sau o asociere mai slabă cu alte tipuri de cancer. [10]

CH₄ - Metanul este un compus chimic, cel mai simplu

and weaker association with other cancers.[10]

CH₄ - Methane is a chemical compound, the simplest alkane and the main component of natural gas [13].

Atmospheric methane is a potent greenhouse gas (per unit, more so than carbon dioxide [3]).

Although methane is not toxic, it is extremely flammable and may form explosive mixtures with air. Methane reacts violently with oxidizers, halogens, and some halogen-containing compounds. Another feature of methane is that it is also an asphyxiant: it may displace oxygen in an enclosed space. If the oxygen concentration is reduced to below about 16% by displacement asphyxia may result as most people can tolerate a reduction from 21% to 16% without ill effects.

HCHO - Formaldehyde is an organic compound, highly toxic to all animals, regardless of method of intake. The ingestion of only 30 mL (1 oz.) of a solution containing 37% formaldehyde may cause death in an adult human [15]. Because water solution of formaldehyde is very corrosive, its ingestion causes severe injury to the upper gastrointestinal tract.

If the concentrations of formaldehyde in the air are above 0.1 ppm it can irritate the eyes and mucous membranes, resulting in watery eyes.[4] If formaldehyde is inhaled at this concentration, the side effects may be: headaches, a burning sensation in the throat, difficulty breathing, but it can also trigger or aggravate asthma symptoms [5][6].

HCN - Hydrogen cyanide is an inorganic compound having the alternate archaic name of prussic acid. It is a colorless, extremely poisonous liquid that boils slightly above room temperature at 26 °C.

A hydrogen cyanide concentration of 300 mg/m³ in air will kill a human within 10–60 minutes.[16] A hydrogen cyanide concentration of 3500 ppm (about 3200 mg/m³) will kill a human in about 1 minute [16]. The toxicity is caused by the cyanide ion, which halts cellular respiration by inhibiting an enzyme in mitochondria called cytochrome c oxidase.

METHODOLOGY

The experimental tests were made on a Renault K9K Diesel engine, mass produced, with the characteristics presented in table 1. The equipment on the engine, the calibration of the sensors and measuring devices were made previous to the tryout program.

alcan și elementul principal al gazului natural [13].

Metanul atmosferic este un gaz cu efect de seră puternic (per unitate, mai puternic decât dioxidul de carbon[3]).

Metanul nu este toxic; totuși este extrem de inflamabil și poate forma un amestec explozibil cu aerul. Metanul reacționează violent cu oxidanți, halogeni, și cu alți compuși care conțin halogeni. Metanul este de asemenea un asfixiant care poate înlocui oxigenul într-un spațiu închis. Asfixierea poate rezulta în urma unei concentrații de oxigen redusă la mai puțin de 16% prin înlocuire, dar majoritatea oamenilor pot tolera o reducere de la 21% la 16% fără efecte secundare asupra sănătății.

HCHO - Formaldehida este un compus organic foarte toxic pentru toate animalele, metoda de aport nefiind importantă. A fost raportat inclusiv faptul că înghițirea a 30 mL (1 oz.) dintr-o soluție conținând 37% formaldehidă poate duce la moartea unui om adult [15]. Soluția de apă conținând formaldehidă este foarte corozivă iar ingerarea acesteia poate cauza răni severe tractului gastro-intestinal superior.

La concentrații mai mari de 0.1 ppm în aer, formaldehida poate irita ochii și membranele mucoase, rezultând astfel ochii umezi. [4] Formaldehida inhalată în această concentrație poate cauza dureri de cap, o senzație de arsură în gât, și greutate la respirație și poate porni sau agrava simptomele de astm [5][6].

HCN - Acidul cianhidric (având numele arhaic de acid prusic) este un produs anorganic. Este un lichid incolor dar extrem de otrăvitor, care fierbe la o temperatură puțin peste cea a camerei, la 26°C.

O concentrație de acid cianhidric de 300 mg/m³ în aer va ucide un om în 10-60 minute.[16] O concentrație de 3500 ppm (aproximativ 3200 mg/m³) a acidului cianhidric va ucide un om în aproximativ 1 minut [16]. Toxicitatea este cauzată de ionul cianurii, care oprește respirația celulară prin inhibarea unei enzime în mitocondrie, numită citocromul C oxidază.

METODOLOGIE

Încercările experimentale au fost efectuate pe un motor diesel Renault K9K de serie, având caracteristicile prezentate în Tabelul 1. Instrumentarea motorului și calibrarea senzorilor și a aparatelor de măsură care intră în echiparea standului de probe s-au realizat în faza premergătoare programului de încercări.

Table 1 K9K P 732 Engine Characteristics / **Tabelul 1** Caracteristicile motorului K9K P 732

Characteristics / Caracteristică	
Indicative / Indicativ	K9K P 732
Cubic capacity / Capacitate cilindrică	1461 cc
Bore x Stroke / Alezaj x cursă	76 x 80,5 (mm x mm)
Cylinder number / Număr de cilindri	4 în linie
Injection order / Ordinea injectiei	1-3-4-2
Injection type / Tipul injectiei	Directă cu rampă comună sferică
Compression ratio / Raport de comprimare	18,8:1
Classification / Încadrare	Euro4
Max Power kW (CP) / Putere maximă, kW (CP)	78 (105) at / la 4000 rpm
Max Torque, Nm / Cuplu maxim, Nm	240 at / la 2000 rpm

The standard fuel is diesel, and the comparison fuel is B50 which consists of 50% diesel and 50% used vegetable oil. The tests were made at 0°C for Diesel (D-0), and B50 (B50-0) and at -5°C for Diesel (D-5) and B50 (B50-5), using the Cold Chamber and the SESAM FTIR system, controlled by the PUMA system.

Combustibilul etalon este diesel, iar combustibilul de comparație este B50, adică 50% diesel și 50% ulei vegetal uzat. Au fost făcute o serie de teste pentru Diesel la 0°C (D-0) și B50 (B50-0) dar și la -5°C pentru Diesel (D-5) și pentru B50 (B50-5), folosind Camera Frigorifică și sistemul SESAM FTIR, coordonate de sistemul PUMA.

Cold Chamber: For keeping the test bed room and engine intake air within the specific tolerances and to ensure repeatable testing conditions a conditioning unit up to full climatic controlled chambers can be supplied.



Fig. 1 – Cold Chamber / Camera Frigorifică

Camera Frigorifică este utilizată pentru a păstra temperatura motorului montat pe stand în limitele de toleranțe impuse și pentru a putea asigura repetabilitatea măsurătorilor.



Fig. 2 – Sesam FTIR Analyser / Analizor de gaze Sesam FTIR

The SESAM FTIR (System for Emission Sampling And Measurement - Fourier Transform Infrared Spectroscopy) is a multi-gas exhaust measurement systems (up to different 25 gases). By that SESAM-FTIR supports engine calibration with alternative fuels as well as with new advanced exhaust after-treatment systems like SCR.

Measuring principle: Using a Fourier transform instrument to measure all wavelengths at once, a beam of infrared light is passed through the sample, and the amount of energy absorbed at each wavelength is recorded. From this, an absorbance spectrum may be plotted which shows at which wavelengths the sample absorbs the IR light. The spectrum allows an interpretation of which bonds are present, and, consequently, which compounds are present in the sample.

MEASUREMENTS

The measurements that were made are presented in the following figures:

Sistemul SESAM FTIR (System for Emission Sampling And Measurement - Fourier Transform Infrared Spectroscopy) este un sistem de analiză multi-gaz care poate măsura până la 25 de componente. De aceea sistemul SESAM-FTIR poate suporta calibrarea motoarelor cu combustibili alternativi, precum și cu sisteme avasate de after-treatment cum ar fi SCR (sistem de reducere catalitică selectivă).

Principiul de măsurare: sistemul folosește o transformată Fourier pentru a măsura toate undele generate de un laser în același timp, unda IR este trecută prin gazul de analizat iar cantitatea de energie absorbită este măsurată pentru fiecare lungime de undă, de unde se poate crea un spectru de absorbție IR. Spectrul permite interpretarea compoziției gazului.

MĂSURĂTORI

Rezultatele măsurătorilor făcute sunt prezentate în figurile următoare:

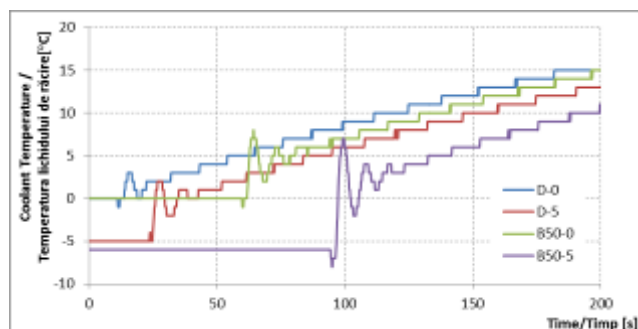


Fig. 3 – Coolant temperature vs measuring time / Variația temperaturii lichidului de răcire în raport cu timpul

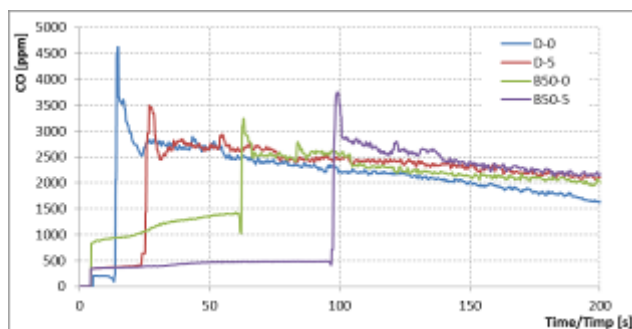


Fig. 4 – CO variation vs measuring time / Variația CO în raport cu timpul

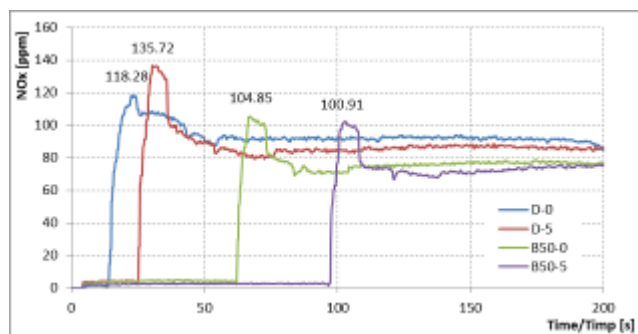


Fig. 5 – NO_x variation vs measuring time /
Variația NO_x în raport cu timpul

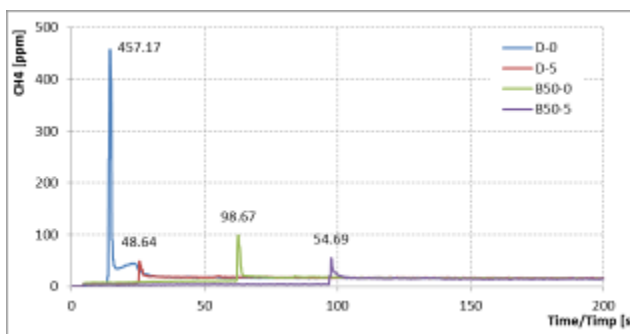


Fig. 6 – CH₄ variation vs measuring time /
Variația CH₄ în raport cu timpul

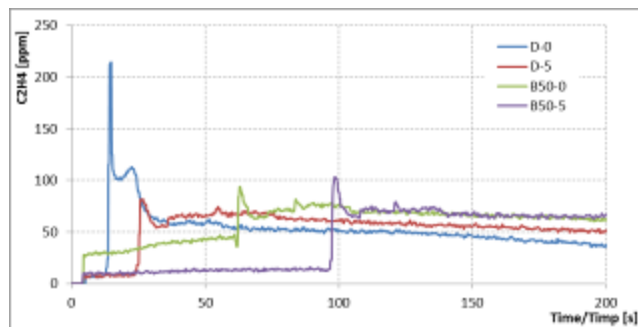


Fig. 7 – C₂H₄ variation vs measuring time /
Variația C₂H₄ în raport cu timpul

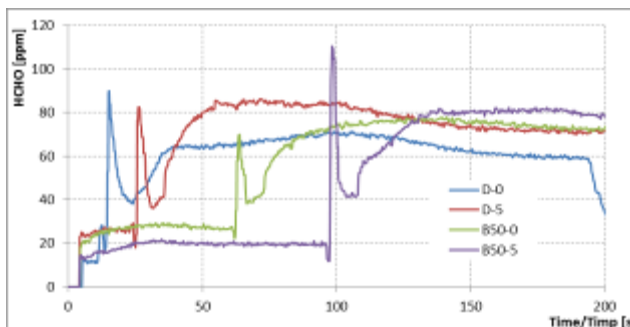


Fig. 8 – HCHO variation vs measuring time /
Variația HCHO în raport cu timpul

RESULTS

Using the latest pollutant measuring technology, the results were generated after the four measuring cycles. The measurement started at the same time for all types of fuels, but the engine started working in a shorter time with diesel at 0°C, then diesel at -5°C, then B50 at 0°C and finally B50 at -5°C. The starting time for B50 at -5°C is around 100 seconds, in comparison to 10 seconds for diesel at 0°C. It can be observed that the coolant temperature rise is about the same no matter what fuel is used (figure 3).

By analyzing the CO emissions it can be observed that the higher CO emissions are characteristic to D-0 (figure 4) with a value of around 4500 ppm but only for a short period of time when the engine starts, then B50-5 with 3700 ppm, D-5 with 3500 ppm and finally B50-0 with 3300 ppm. After the engine starts, the CO emissions decrease with the increase of the engine temperature.

NO_x emissions were also monitored and a peak value was measured for D-5 (figure 5) of around 135 ppm, for D-0 of 118 ppm, 104 ppm for B50-0, and 100 ppm for B50-5.

The CH₄ emissions (figure 6) also have a greater value during the start of the engine, 457 ppm for D-0, 98 ppm for B50-0, 54 ppm for B50-5 and 48 ppm for D-5.

The measured values for C₂H₄ during the tests, were also smaller for biodiesel blends in comparison to diesel (figure 7).

CONCLUSIONS

The measurements for C₂H₂ were very similar for all fuels and temperatures, after the start of the engine stabilizing around 10 ppm, for the C₃H₆ around 15 ppm but the C₄H₆ is smaller for diesel (3 ppm) in comparison to B50 (5.2 ppm).

The NO_x emissions decrease if biodiesel is used, not only during the start of the engine, but also during the normal functioning of the engine/warmup.

REZULTATE

Folosind ultima tehnologie de măsurare a poluanților, rezultatele au fost generate după executarea celor patru cicluri de testare. Comanda pentru pornirea motorului a fost dată la pornirea înregistrării, pentru toate măsurătorile, dar motorul a pornit mai ușor atunci când a fost alimentat cu diesel clasic la 0°C, urmat de diesel la -5°C, după care B50 la 0°C iar cel mai greu B50 la -5°C. Timpul de pornire la B50 la -5°C a fost de 100 de secunde, în comparație cu 10 secunde pentru diesel la 0°C. Se poate observa că temperatura lichidului de răcire are un factor de creștere asemănător, indiferent de combustibilul utilizat (figura 3).

Analizând emisiile de CO, se poate observa că o valoare mai mare a emisiilor de CO este caracteristică D-0 (figura 4), cu o valoare de 4500 ppm, dar numai la pornire, urmat de B50-5 cu 3700 ppm, apoi D-5 cu 3500 ppm și în final B50-0 cu 3300 ppm. După pornirea motorului, emisiile de CO scad cu creșterea temperaturii motorului.

Emisiile de NO_x au fost de asemenea monitorizate și valoarea maximă a fost înregistrată pentru D-5 (figura 5) cu aproximativ 135 ppm, D-0 cu 118 ppm, 104 ppm pentru B50-0 și 100 ppm pentru B50-5.

Emisiile de CH₄ (figura 6) au de asemenea o valoare mai mare la pornirea motorului, 457 pentru D-0, 98 ppm pentru B50-0, 54 ppm pentru B50-5 și 48 ppm pentru D-5. Valorile măsurate pentru C₂H₄ în timpul testelor, au fost mai mici pentru amestecurile de biocombustibili în comparație cu diesel (figura 7).

CONCLUZII

Măsurătorile pentru C₂H₂ au fost similare pentru toți combustibilii, la temperaturile testate, după pornirea motorului stabilizându-se la 10 ppm, iar pentru C₃H₆ în jur de 15 ppm dar emisiile de C₄H₆ au fost mai mici pentru diesel (3 ppm) în comparație cu B50 (5,2 ppm).

Emisiile de NO_x scad dacă este utilizat B50, nu numai în timpul pornirii motorului dar și în timpul funcționării

If the CH₄ emissions are analyzed, it can be seen that during the start of the engine, the B50 has better results in comparison to diesel.

The HCHO emissions are bigger for biodiesel because of the higher oxygen content in the B50 in comparison to the classical diesel.

For further analysis, the team purposes further testing with different blends of biofuel like B20 or B30, and going at different temperatures (to -30°C), which is possible in the cold chamber of the Testecocel laboratory [17].

REFERENCES

- [1]. Ayres, Robert U. and Ayres, Edward H. (2009). Crossing the Energy Divide: Moving from Fossil Fuel Dependence to a Clean-Energy Future. Wharton School Publishing. p. 36. ISBN 0-13-701544-5;
- [2]. "How nitrogen oxides affect the way we live and breathe". Environmental protection agency. Archived from the original on 2008-07-16;
- [3]. NON-CO₂ GREENHOUSE GASES IN THE ATMOSPHERE, Annual Review of Energy and the Environment, Vol. 24: 645-661 (Volume publication date November 1999, DOI: 10.1146/annurev.energy.24.1.645;
- [4]. "Formaldehyde". Occupational Safety and Health Administration. August 2008. Retrieved 2009-09-01;
- [5]. "Formaldehyde Reference Exposure Levels" California Office Of Health Hazard Assessment. December 2008. Retrieved 19 May 2012;
- [6]. Formaldehyde and Indoor Air. Health Canada. August 2005. ISBN 0-8155-1129-9. Retrieved 2009-09-01;
- [7]. *** <http://www.epa.gov/airscience/quick-finder/ozone.htm>;
- [8]. . *** http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/l28186_en.htm
- [9] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Acetylene>
- [10] *** http://en.wikipedia.org/wiki/Butadiene#Environmental_health_and_safety
- [11] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Cyclopropane>
- [12] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Propane>
- [13] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Ch4#Safety>
- [14] *** <http://apps.sepa.org.uk/spria/Pages/SubstanceInformation.aspx?pid=54>
- [15] *** <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg111.pdf>
- [16] *** <http://www.cyanidecode.org/cyanide-facts/environmental-health-effects>
- [17] *** testecocel.utcluj.ro

normale și/sau a încălzirii.

Dacă analizăm emisiile de CH₄, se poate observa că în timpul pornirii motorului, B50 are rezultate mai bune în comparative cu combustibilul clasic.

Emisiile de HCHO sunt mai ridicate pentru biodiesel deoarece B50 conține implicit mai mult oxigen.

Pentru analize viitoare, echipa a propus testarea unei game mai variate de amestecuri de biocombustibili cum ar fi B20 sau B30 și la diferite temperaturi de până la -30°C ceea ce e posibil în camera frigorifică a Laboratorului Testecocel [17].

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Ayres, Robert U. and Ayres, Edward H. (2009). Crossing the Energy Divide: Moving from Fossil Fuel Dependence to a Clean-Energy Future. Wharton School Publishing. p. 36. ISBN 0-13-701544-5;
- [2]. "How nitrogen oxides affect the way we live and breathe". Environmental protection agency. Archived from the original on 2008-07-16;
- [3]. NON-CO₂ GREENHOUSE GASES IN THE ATMOSPHERE, Annual Review of Energy and the Environment, Vol. 24: 645-661 (Volume publication date November 1999, DOI: 10.1146/annurev.energy.24.1.645;
- [4]. "Formaldehyde". Occupational Safety and Health Administration. August 2008. Retrieved 2009-09-01;
- [5]. "Formaldehyde Reference Exposure Levels" California Office Of Health Hazard Assessment. December 2008. Retrieved 19 May 2012;
- [6]. Formaldehyde and Indoor Air. Health Canada. August 2005. ISBN 0-8155-1129-9. Retrieved 2009-09-01;
- [7]. *** <http://www.epa.gov/airscience/quick-finder/ozone.htm>;
- [8]. . *** http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/l28186_en.htm
- [9] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Acetylene>
- [10] *** http://en.wikipedia.org/wiki/Butadiene#Environmental_health_and_safety
- [11] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Cyclopropane>
- [12] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Propane>
- [13] *** <http://en.wikipedia.org/wiki/Ch4#Safety>
- [14] *** <http://apps.sepa.org.uk/spria/Pages/SubstanceInformation.aspx?pid=54>
- [15] *** <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg111.pdf>
- [16] *** <http://www.cyanidecode.org/cyanide-facts/environmental-health-effects>
- [17] *** testecocel.utcluj.ro

EXPERIMENTAL RESEARCH MADE DURING A CITY CYCLE ON THE FEASIBILITY OF ELECTRICALLY CHARGED SI ENGINES

CERCETARI EXPERIMENTALE IN CADRUL UNUI CICLU URBAN PRIVIND VIABILITATEA SUPRAALIMENTARII ELECTRICE ALE UNUI MAS

Assist. Ph.D. Eng. Kocsis L. B., Assist. Ph.D. Eng. Moldovanu D., Assist. Ph.D. Eng. Baldean D. L.

- UT Cluj Napoca -

Tel: 0264-402790; E-mail: levente.kocsis@auto.utcluj.ro

Abstract: This paper presents experimental research on performance improvements in a city cycle (operating mostly transient) of a compact class vehicle equipped with a turbocharged SI engine which was attached a electric charger, to improve engine response at low speeds of operation. Electrically charging unit is in operation at an engine speed range of between 800 and 4000 rev / min, at engine loads in excess of 25%. During tests functional parameters, energy and performance of the vehicle were measured while driving on a city cycle in two ways: with active and inactive electric charger. The tests were carried out on a well-defined path, with a duration between 900 and 1000 sec., which contains both busy portions, with many junctions and regions with poor visibility, as well as portions with the statutory maximum speed of 60 km / h Tests were made in the same driving style, by the same driver.

Keywords: charging, SI engine, response time, transient, statistical.

INTRODUCTION

Internal combustion engine charging is a long-debated topic and studied in depth, with many references in scientific literature, yet there are several primary goals that have not been achieved, but due to restrictions placed by pollution standards respectively carbon dioxide emissions reduction imposed by law, the use of turbochargers experienced a very wide spread.

Traditionally, research and studies related to the operation of internal combustion engines have focused on steady-state operating, paying minor attention to transient operation, although most transport cycle involves frequent transient operation. Our daily commute has only a small amount of steady-state operation, ie travel on highways, where speed can be kept constant .

Transient operation is characterized by rapid changes in operating conditions, which may prove major challenges in terms of engine response [5]. During transient operation, the engine control system must respond to a mirriad of different requirements versus steady-state operation, driveability playing the most important role [7].

The fundamental aspect of the transient operation is based on the differences as compared to steady-state operation. In stable operating conditions, engine speed and the amount of injected fuel remains constant, directly influencing the engine operating parameters and the turbocharger (practically constant as well), but in transient operating conditions engine speed and the amount of injected fuel change, leading to changes in the

Rezumat: Lucrarea de față prezintă cercetările experimentale privind îmbunătățirile indicilor de performanță într-un ciclu de oraș (regim de funcționare preponderent tranzitoriu) ale unui autovehicul de clasă compactă, echipată cu un MAS turbosupraalimentat la care a fost atașată un agregat electric de supraalimentare, care contribuie la îmbunătățirea răspunsului motorului la turații reduse de funcționare. Agregatul electric de supraalimentare intră în funcțiune pe o plajă de turații cuprinsă între 800 și 4000 rot/min, la sarcini ale motorului care depășesc valoarea de 25%. Pe parcursul testelor s-au măsurat parametrii funcționali, energetici și de performanță a autovehiculului în mers, pe un traseu urban, în două ipostaze: cu suflanta electrică activă respectiv inactivă. Încercările s-au efectuat pe un traseu bine definit, cu o durată de parcurgere situat între 900 și 1000 s, care conține atât porțiuni aglomerate, cu multe intersecții și zone cu vizibilitate redusă, cât și porțiuni cu tronsoane având viteza maximă legală de 60 km/h. Multiplele încercări au fost efectuate în același stil de conducere, de către același conducător auto.

Cuvinte cheie: supraalimentare, MAS, timp de răspuns, regim tranzitoriu, statistic.

INTRODUCERE

Supraalimentarea motoarelor cu ardere internă este o temă mult dezbătută și studiată în profunzime, cu multe referiri în literatura de specialitate, și totuși există și la ora actuală multe deziderate primare care încă nu au fost atinse, dar ca urmare a introducerii restricțiilor prin normele de poluare, respectiv impunerea prin lege a reducerii emisiilor de dioxid de carbon, utilizarea turbosuflantelor a cunoscut o răspândire foarte largă.

În mod tradițional, cercetările și studiile legate de funcționarea motoarelor cu ardere internă s-au concentrat pe regimul stabil de funcționare, acordând atenție minoră funcționării în regim tranzitoriu, deși majoritatea ciclurilor de transport implică funcționări dese în regim tranzitoriu. În deplasările zilnice doar o mică parte reprezintă operarea în regimul de funcționare stabil, de exemplu deplasările pe autostrăzi, unde viteza de deplasare poate fi menținută constantă.

Operarea în regim tranzitoriu este caracterizată de variații rapide ale condițiilor de funcționare, care se pot dovedi a fi provocări mari prin prisma răspunsului motorului [5]. Pe durata operării în regim tranzitoriu, sistemul de control al motorului trebuie să răspundă unui cumul de cerințe diferite față de operarea în regim stabil, maniabilitatea autovehiculului jucând rolul cel mai important [7].

Aspectul fundamental al condițiilor tranzitorii se bazează pe diferențele de operare, comparativ cu operarea în regim stabil. În cazul condițiilor de funcționare stabile, turația motorului și cantitatea de combustibil injectată rămân constante, influențând în mod direct suma parametrilor de funcționare ai motorului și ai turbosuflantei (practic constante și acestea), dar în cazul condițiilor de funcționare în regim tranzitoriu se modifică

thermodynamic potential of the exhaust gases, affecting the air flow rate and air pressure supplied by the charging device.

Due to dynamic factors (thermal inertia and fluid inertia in the system), generated mostly by the working principle and dynamic moment of inertia of the turbocharger, delays the amount of supplied air, required for the complete combustion of the injected fuel, affecting torque build-up and emissions. The most important issue in the study of transient operation of turbocharged engine is the turbocharger delay (turbo-lag)[5].

The main objective of this paper is to highlight the performance improvements brought by the use of an associated electric charger to a turbocharged SI engine in a city cycle (mostly transient).

MATERIAL AND METHOD

Ambient temperature values ranged between 8 and 12 °C, the barometric pressure between 0.98 and 1.05 bar. Necessary compensation for operation under standard atmospheric conditions were made by the ECU for the engine.

A turbocharged SI engine, to which a electrically driven CPT VTES charger was adapted has undergone experimental research for investigation [2].

Functional parameters, energy and performance of the vehicle while on city cycle were measured in two ways: with active and passive electric charger. For this a specific research methodology had to be applied, in order to be able to draw pertinent conclusions (fig. 1).

atât turația motorului, cât și cantitatea de combustibil injectată, conducând la modificarea potențialului termodinamic a gazelor de evacuare, afectând debitul și presiunea aerului refulat de echipamentul de supraalimentare.

Datorită unor factori dinamici (inerția termică și inerția fluidelor din sistem), generați în special de principiul de funcționare a turbosuflantei și momentul dinamic de inerție al acestuia, întârzie debitarea cantității de aer necesară arderii complete a combustibilului aferent regimului comandat, afectând gradientul de creștere a momentului motor și emisiile. Cea mai importantă caracteristică a regimurilor tranzitorii în studiul motoarelor supraalimentate este întârzierea turbosuflantei (turbo-lag) [5].

Obiectivul principal al lucrării de față este de a evidenția îmbunătățirile performanțelor aduse unui MAS turbosupraalimentat prin utilizarea unor agregate electrice de supraalimentare asociate motorului, într-un ciclu de oraș (preponderent regim tranzitoriu).

MATERIAL ȘI METODĂ

Temperatura mediului ambiant s-a situat între valori cuprinse între 8 și 12 °C, cu presiunea atmosferică cuprinsă între 0,98 și 1,05 bar. Compensările necesare funcționării motorului conform condițiilor atmosferice standard au fost făcute de UEC.

În cadrul cercetării experimentale a fost supus investigației un MAS supraalimentat cu turbocompresor căruia i s-a adaptat un agregat de supraalimentare acționat electric, de tip CPT VTES [2].

S-a recurs la măsurarea parametrilor funcționali, energetici și de performanță a autovehiculului în mers, pe un traseu urban, în cele două ipostaze: cu suflanta electrică inactivă respectiv activă. Pentru aceasta s-a aplicat o metodologie de cercetare specifică, care a luat în considerare etapele ce trebuie parcurse pentru a putea formula concluzii pertinente (fig. 1).

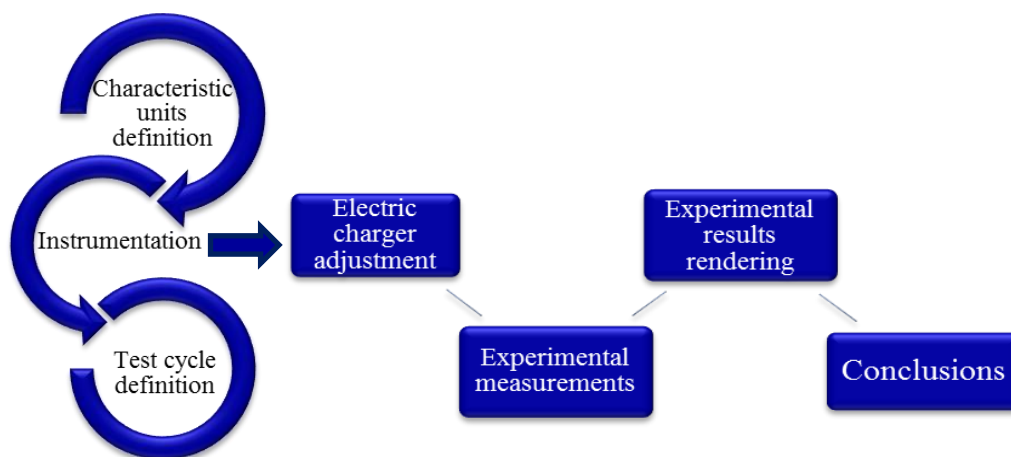


Fig. 1 - Research methodology / Metodologia cercetării experimentale

Experimental vehicle is fitted a spark ignition turbocharged engine with a displacement of 1598 cm³, an engine designed to equip compact and medium size vehicles (fig. 2). The current version is already an improved version, the engine having attached a twin-scroll turbocharger, which contributes substantially to achieve the performances presented in Table 1, where one can find the main general characteristics of the engine.

Motorul care echipază autovehiculul experimental este cu aprindere prin scânteie, turbosupraalimentat, cu o cilindree de 1598 cm³, conceput pentru a echipa autoturisme de clasă compactă și medie (fig. 2). Varianta actuală este deja o versiune îmbunătățită, motorului fiindu-i atașat un turbocompresor de tip twin-scroll, care contribuie substanțial la atingerea performanțelor expuse în tabelul 1, unde se pot regăsi principalele caracteristici generale ale motorului.

Table 1/ Tabelul 1

Parameter/ Parametrul	Value and measurement unit / Valoare și unitatea de măsură	Test engine / Motorul experimental
Bore / Alezaj	77,00 mm	
Stroke / Cursa	85,80 mm	
Number of cylinders / Număr cilindri	4 in line / 4 în linie	
Displacement / Capacitate cilindrică	1598 cm ³	
Compression ratio/ Raport de comprimare	10,5:1	
Power at rpm / Putere maximă/turație	160 kW/6000 rot/min	
Torque at rpm / Moment motor maxim/turație	305 Nm /1600 rot/min	

The electric charger has a radial design so that optimal working points are the same as the electric motor's. Compressor rotor was designed with curved blades, which extends the useful area of the compressor diagram, enabling high efficiency operation over a wide range, as shown by Watson N. and Janota M. [6].

Control of the electric charger is made by UEC, which based on functional parameters of the engine and on the basis of throttle position defines the required value of charger speed.

The performance characteristics of the electric charger are found in Table 2 [3].

Suflanta electrică este de tip radial, proiectată astfel încât punctele de lucru optime să fie aceleași cu cele ale motorului electric. Rotorul compresorului a fost conceput cu palete curbe, ceea ce lărgeste zona utilă a diagramei compresorului, dând posibilitatea funcționării cu randament ridicat pe o zonă largă, așa cum a fost arătat de Watson N. și Janota M. [6].

Comanda suflantei electrice s-a efectuat prin UEC, care pe baza parametrilor funcționali și de stare ai motorului, respectiv pe baza poziției clapetei obturatoare definește valoarea turației necesare a suflantei.

Caracteristicile de performanță ale suflantei electrice VTES se regăsesc în tabelul 2 [3].

Table 2 / Tabelul 2

Parameter / Parametrul	Performances / Performanțe	
Maximum pressure ratio / Gradul de comprimare maxim	1,47	
Maximum airflow / Debitul maxim de aer refulat	500 kg/h	
Maximum speed / Turația maximă	70.000 rot/min	
Time to maximum speed / Timpul necesar atingerii turației maxime	<350 ms	
Peak shaft power / Putere maximă rotor	4,8 kW	
Current draw – Idle / Consum de curent – mers în gol	2,8 A	
Current draw – Acceleration / Consum de curent – accelerare	460 A	
Current draw – steady-state / Consum de curent – stare stabilizată	250 A	
Operating temperatures / Temperaturi de operare	-40 la + 125 °C	

To be able to measure the performance of the vehicle, the electric charger was installed, which connected to the CAN network communicates with the vehicles ECU. Open ECU module (RPEMS) was wired in series with ECU of the vehicle, after which it was connected to a computer station to access the operating parameters of the vehicle powertrain. On the power supply cord between the electric charger and the battery pack a current clamp was placed to read the current through the conductor (the current consumption of electric charger).

Analog output signal of the current clamp was converted into a digital signal by an analog-digital converter, signal then taken and processed by a computer station.

Pentru determinarea performanțelor autoturismului, s-a instalat suflanta electrică care, conectată la rețeaua CAN, comunică cu UEC a autoturismului. Modulul de UEC deschis (RPEMS) a fost legat în serie cu UEC a autoturismului, după care a fost conectat la o stație de calcul pentru a avea acces la parametri de funcționare ale sistemului de propulsie a autoturismului. Pe cablul de alimentare cu energie electrică dintre suflanta electrică și bateria de acumulatori a fost amplasat un clește ampermetric care a citit valoarea curentului prin conductor (valoarea consumului de curent a suflantei electrice).

Semnalul de ieșire analogic din cleștele de curent a fost transformat în semnal digital de către un convertor analog-digital, semnal care apoi a fost preluat și prelucrat de stația de calcul.

RESULTS

Tests in urban areas were conducted in order to determine the benefits of electric charger assisted engine in city specific operating conditions.

Tests were made on a definite route with a duration time between 900 and 1000 sec., which contained both busy sections with many intersections and streets with low visibility as well as sections with maximum legal speed of 60 km / h. Tests were made in the same driving style, by the same driver.

Closely observed parameters were the difference in the mean throttle position between the two versions, engine speed, the developed torque and the gear changes, when the engine is running only with its own turbocharger and active electrical charger as well..

During these measurements among the continuously monitored values were the current draw of the electric charger and the voltage across the device. Based on these data, the energy consumed by the electric charger during the route was calculated.

Figures 2 and 3 presents the variation of main parameters studied in these tests. In order to make objective conclusions, a statistical analysis of these data was performed, examining particularly the engine speed, frequency of gears used and engine load during these measurements. To achieve this objective, from the total of measured values (with a frequency of 100 Hz) were extracted those intervals where the speed was zero, and the engine speed has been idle speed.

REZULTATE

Testele în mediul urban s-au efectuat în vederea determinării avantajelor oferite de motorul asistat de suflanta electrică în condițiile specifice funcționării în orașe.

Încercările s-au făcut pe un traseu bine definit, cu o durată de parcurgere situat între 900 și 1000 s, care conține atât porțiuni aglomerate, cu multe intersecții și străduțe cu vizibilitate redusă, cât și porțiuni cu tronsoane având viteza maximă legală de 60 km/h. Multiplele încercări au fost efectuate în același stil de conducere, de către același conducător auto.

S-au urmărit în special diferențele în poziția medie a pedalei de accelerare, a turației motorului, a momentului motor dezvoltat, dar și incidența schimbării treptelor de viteze în cazul funcționării motorului doar cu turbocompresor și în cazul funcționării cu suflanta electrică activă.

Pe parcursul acestor măsurători au fost monitorizate permanent valorile curentului consumat de suflanta electrică și valorile tensiunii la bornele acestui echipament. Pe baza acestor date s-a calculat energia consumată de suflanta electrică pe perioada parcurgerii traseului stabilit.

În figurile 2 și 3 este redată variația parametrilor principali studiați în cadrul acestor teste. Pentru a putea formula concluzii obiective, s-a efectuat o analiză statistică a acestor date, examinând în special turația motorului din timpul deplasărilor, frecvența utilizării treptelor de viteză respectiv sarcina motorului pe durata acestor măsurători. Pentru a realiza acest obiectiv, din totalul de valori măsurate (cu o frecvență de 100 Hz) au fost extrase acele intervale în care viteza de deplasare a fost nulă, iar turația motorului a fost turația de mers în gol.

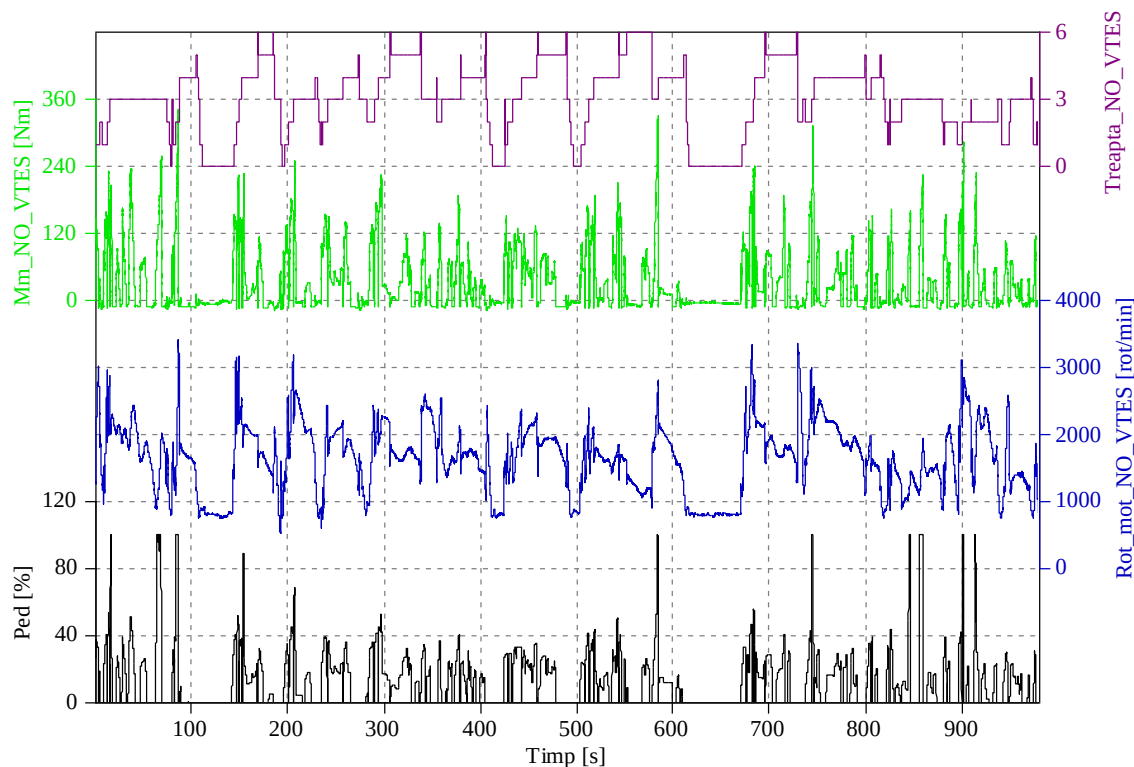


Fig. 2 - City cycle without VTES /
Test urban parcurs fără asistarea suflantei electrice

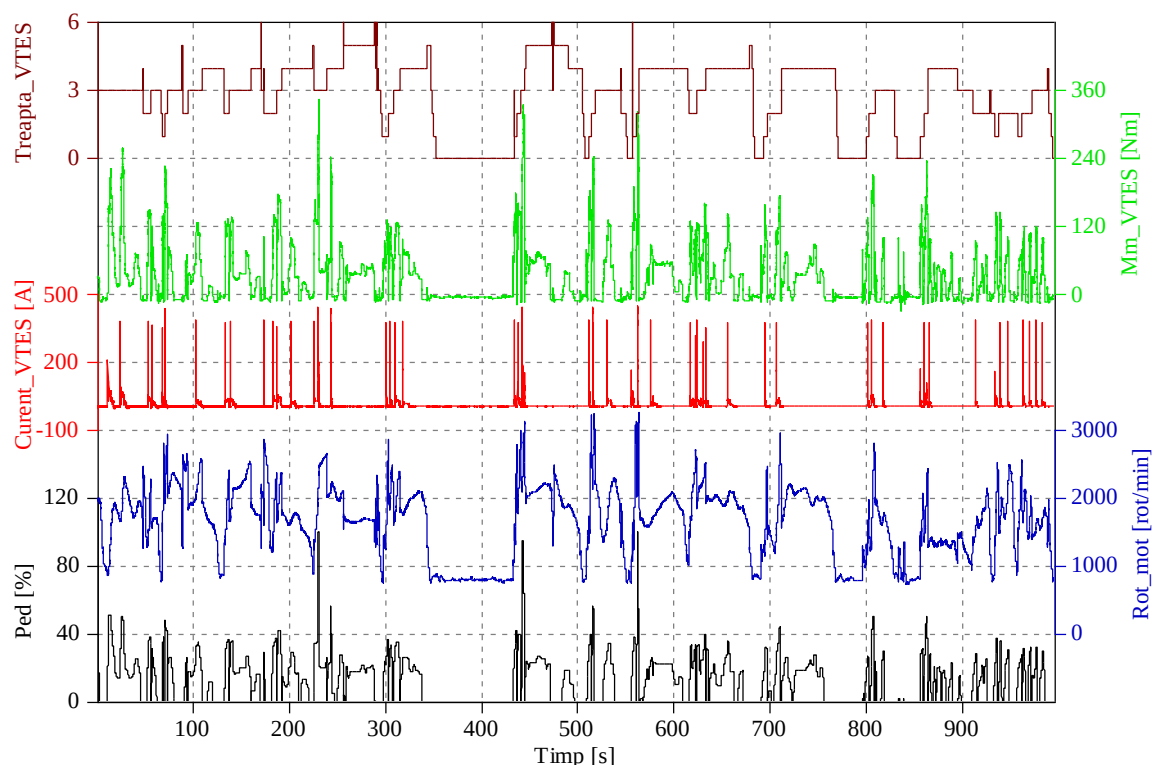


Fig. 3 – City cycle with active VTES /
Test urban parcurs cu suflanta electrică activă

In figure 4 the frequency of incidence for engine speed domains that were analyzed for two cases is shown: operation with standard turbo engine, respectively engine equipped with electric charger. Basically it was determined how long the engine speed was between predefined values by counting values between these speeds.

În figura 4 este redată frecvența incidenței domeniilor de turații care au fost analizate, pentru cele două cazuri: funcționarea cu motorul echipat cu turbosuflanta standard, respectiv cu motorul echipat și cu suflanta electrică. Practic a fost determinată durata pentru care turația motorului a fost cuprinsă între valorile predefinite prin numărarea valorilor cuprinse între aceste turații.

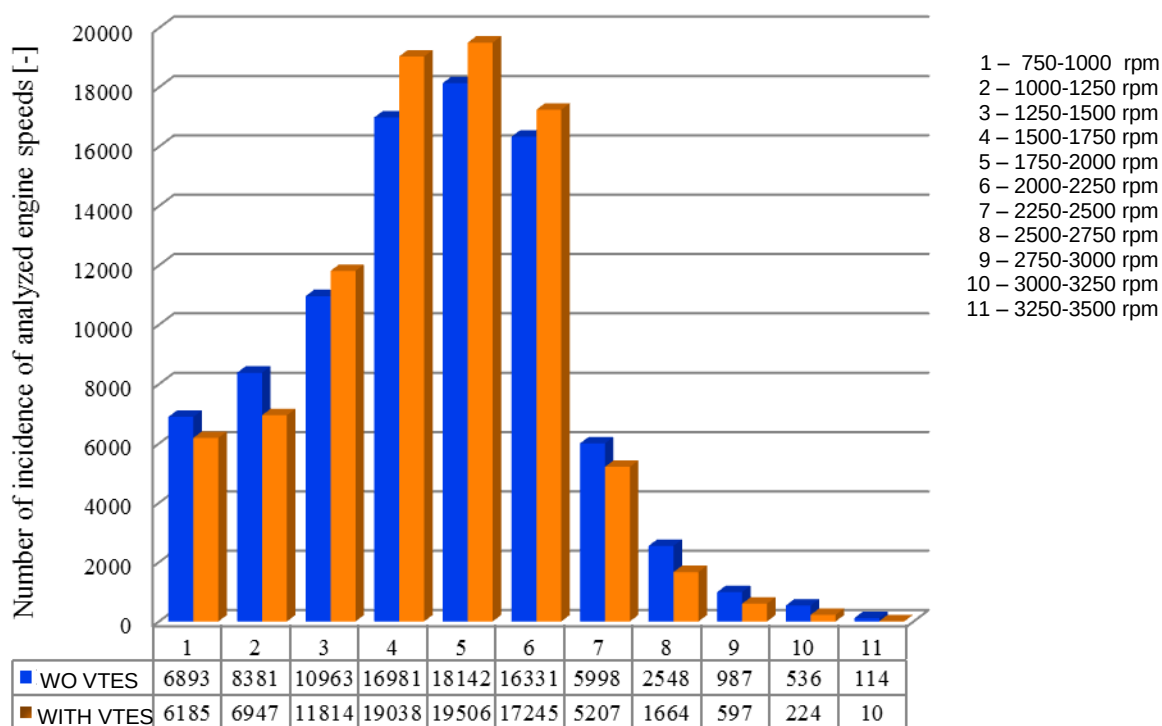


Fig. 4 - Frequency incidence of analyzed engine speeds /
Frecvența incidenței turațiilor analizate

The first examined area has no interest on engine performance, the engine idle speed is included here. The second domain requires explanation. Somewhat contrary to expectations, standard equipped engine worked longer in this area ($1000 \div 1250$ rev / min). This may be due in part to differences in traffic (which could not be 100 % similar), but may in part be due to the fact that at very low speeds , the pressure in the combustion chamber increased for the version equipped with electric charger, resulting in high vibration, which have prevented the usage of this domain. From engine speed of 1250 rev / min situation changes, the engine equipped with the electric charger being used more in the range of speeds between 1250 and 2250 rev / min , than its counterpart equipped with standard turbocharger .

Engine with standard turbo was more frequently used than the version equipped with electrical charger in speed range exceeding 2250 rev / min . If in the case of the standard engine, engine throttled beyond 3000 rev / min was 0,736 %, for the engine equipped with the electric charger was only 0.265 %, while the average developed torque over the entire test cycle had a difference of only one-tenth of a unit . This improvement was due to higher torque, which provided more security to the driver. It has to be noted that the tests were carried out in the order mentioned above. Conversely difference between the analyzed parameters was higher .

It is interesting to note that during this city cycle the engine equipped with the electrically assisted charger was used in a proportion of 84.4 % in the speed range between 1000 and 2250 rev / min . Following a detailed analysis of the measured data was reported a slight reduction in average engine speed at which the engine operated during the test , which projects a lower fuel consumption, especially by reducing frictional losses associated with the new regime.

It can also be seen the lower percentage of use of the third speed gear (41 % to 34 %) and the increased percentage in the use of fourth gear (from 37 % to 45 %) for the electrically assisted solution (fig. 5), given that the difference between average speeds to the whole city cycle is neglectable (40.81 to 40.76 km / h average speed for electrically charged version) . This is explained by developing torque on a wider range of speeds.

Primul domeniu analizat nu prezintă interes din privința performanțelor motorului, în acesta fiind cuprins și turația de mers în gol. Al doilea domeniu însă necesită explicație. Oarecum contrar așteptărilor, motorul echipat standard a funcționat o durată mai lungă în acest domeniu ($1000 \div 1250$ rot/min). Acest lucru se poate datora în parte și diferențelor de trafic (care nu au putut fi 100% asemănătoare), dar în parte se poate datora și faptului că la turații foarte reduse, datorită presiunii din camera de ardere crescută pentru varianta echipată cu suflanta electrică, au apărut vibrații puternice, care s-au evitat. De la turația de 1250 rot/min situația se schimbă, motorul echipat cu suflanta electrică fiind utilizat mai frecvent în domeniul de turații cuprinsă între 1250 și 2250 rot/min, decât omologul său echipat cu turbosuflanta standard.

Motorul echipat cu turbosuflanta standard a fost mai frecvent utilizat decât varianta echipată cu suflanta electrică pe domenii de turație care depășesc 2250 rot/min. Dacă în cazul motorului echipat cu sistemul de supraalimentare standard ponderea utilizării motorului la turații care depășesc 3000 rot/min a fost de 0,736%, pentru motorul echipat cu suflanta electrică a fost de doar 0,265%, în condițiile în care momentul motor mediu dezvoltat pe întreg ciclul de testare a avut o diferență doar de o zecime. Această îmbunătățire s-a datorat surplusului de moment motor, care a oferit în general conducătorului auto liniștea deplasării în maximă siguranță. Este de menționat faptul că dintre încercările realizate, cele două analizate s-au efectuat în ordinea în care s-a amintit de ele. În situația inversă diferența dintre parametri analizați a fost mai mare.

Este interesant de observat că pe parcursul acestui ciclu urban motorul echipat cu sistem de turbosupraalimentare asistat electric a fost utilizat în proporție de 84,4% în domeniul de turații cuprins între 1000 și 2250 rot/min. În urma unei analize detaliate a datelor măsurate, a fost raportată o ușoară reducere a turației medii la care a funcționat motorul pe parcursul testului, fapt ce preconizează o scădere a consumului de combustibil, în special datorită reducerii pierderilor prin frecare asociate cu noul regim.

De asemenea, se poate observa reducerea procentajului utilizării treptei a treia de viteză (de la 41% la 34%) și creșterea procentajului utilizării treptei a patra (de la 37% la 45%) pentru soluția asistată electric (fig. 5), în condițiile în care diferența între vitezele medii de deplasare raportate la întreg ciclul urban a fost de neglijat (40,81 față de 40,76 km/h viteza medie pentru varianta echipată cu suflanta electrică). Acest lucru se explică prin dezvoltarea momentului motor pe o plajă de turații mai largă.

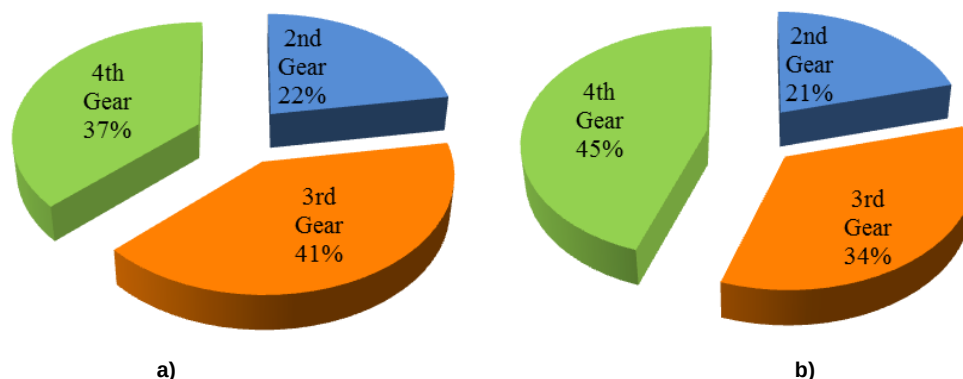


Fig. 5 - Comparative share of gear use: a) unassisted version and b) electrically assisted / Pondere comparată a utilizării treptelor de viteze: a) în varianta neasistată și b) asistată electric

Comparing the results of engine load was another instrument that has demonstrated the benefits of the solution with electrically assisted turbocharging. According to figures 6 and 7 engine load in two versions (standard equipped engine and engine equipped with electric charger) varies significantly during the city cycle.

Compararea rezultatelor privind sarcina motorului a fost un alt instrument care a demonstrat avantajele soluției cu asistare electrică a supraalimentării. Conform figurilor 6 și 7 sarcina motorului în cele două variante (motor echipat standard respectiv motor echipat cu suflanta electrică) diferă semnificativ pe durata testului urban.

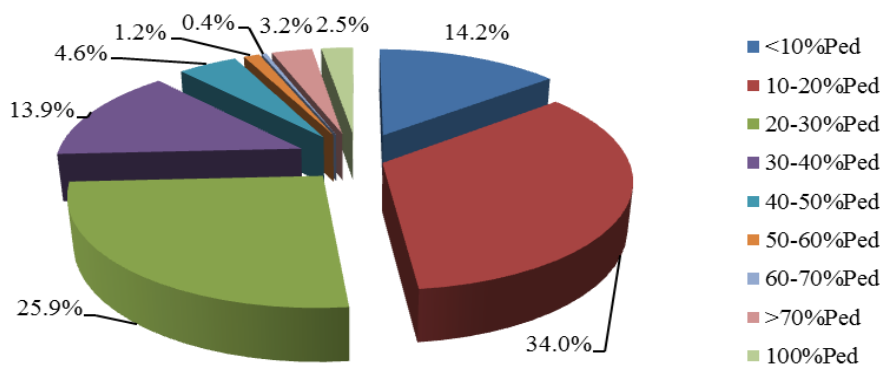


Fig. 6 – Throttle domain diagram for the standard engine /
Diagrama domeniilor de sarcini la care a funcționat motorul în varianta echipată standard

The engine equipped with electric charger operates predominantly between 10 to 30% throttle (72% of the route being covered with throttle values in this field) and only 4.9% of the route being covered with throttle values exceeding 40%. Standard fitted engine on the other hand operates more at very small loads (<10%, which is not economic) and with throttle values exceeding 40% (11.9% of the path). The greatest difference was obtained (just as in the case of engine speeds) at operation with loads greater than 70%, where the difference is an order of magnitude (2.5% to 0.2% standard-equipped version versus the version equipped with electric charger).

Motorul echipat cu suflanta electrică funcționează predominant la sarcini cuprinse între 10 ÷ 30% (72% din traseu este parcurs la sarcini cuprinse în acest domeniu) și doar foarte puțin la sarcini de peste 40% (4,9% din traseu). Motorul echipat standard în schimb funcționează mai mult la sarcini foarte mici (< 10%, ceea ce nu este economic), respectiv la sarcini peste 40% (11.9% din traseu). Diferența cea mai mare s-a obținut (asemenea turajilor) la funcționarea cu sarcini de peste 70%, respectiv la sarcini 100%, unde diferența este de un ordin de mărime (2,5% pentru varianta echipată standard și 0,2% pentru varianta echipată cu suflantă electrică).

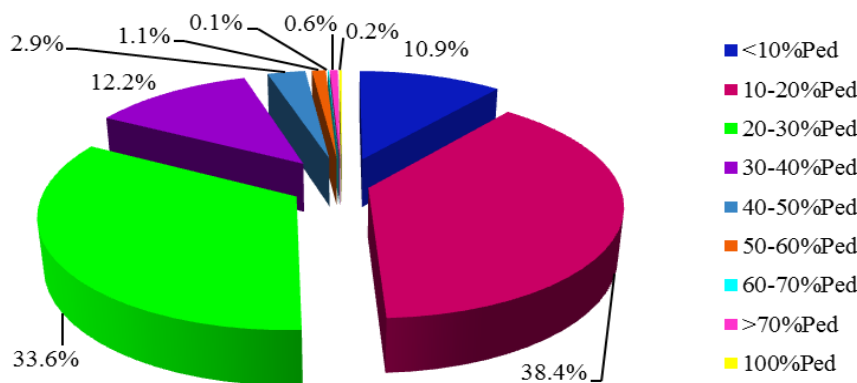


Fig. 7 - Throttle domain diagram for the electrically charged engine /
Diagrama domeniilor de sarcini la care a funcționat motorul în varianta echipată cu suflanta electrică

Analyzing these results, a tendency to work with throttling values between 10 and 40% for the version equipped with electric charger, thus avoiding the very small throttle values (uneconomical domain due to high friction losses relative to the developed power) and the high throttle domain (uneconomical due to mixture enrichment needed to protect the turbocharger from excessive heat).

Analizând aceste rezultate se observă tendința de funcționare a variantei echipate cu suflanta electrică între valori ale sarcinii cuprinse între 10 ÷ 40 %, evitând astfel domeniul sarcinilor foarte mici (domeniu neeconomic datorită pierderilor prin frecare mari raportate la puterea dezvoltată) și domeniul sarcinilor mari (domeniu neeconomic datorită îmbogățirii amestecului pentru a proteja turbina de temperaturi excesive ale gazelor de ardere).

CONCLUSIONS

After experimental research was carried out, the following views and assessments can be formulated on the viability of electrically charged SI engines in urban cycle:

- The upper limit of electrically assisted charging of 6 sec. during an event is sometimes too low, leaving room for optimization.
- Current consumption of the electric charger is very high, but taking into consideration the short periods it is used, did not overload the battery pack with which the vehicle was equipped.
- Statistical analysis of city cycles show less acceleration with WOT (wide Open Throttle) and average engine speed is also lower for the electrically assisted version, and this projects future fuel economy.
- Generating 123.5 kJ of energy to drive the electric charger requires 0,027 liters of petrol. The engine provides superior performance and the possibility of fuel saving. Having good elasticity suggests driving with lower engine speeds.

Aknowlegement

Research work was made possible with the support of AVL List GmbH, with special thanks to Mrs. Barbara Walluschek and Ing. Kurt Prevedel.

REFERENCES

- [1]. Burnete, N., ș.a., *Construcția și calculul motoarelor cu ardere internă (Mecanismul motor)*, Editura Todesco, Cluj-Napoca, 2001, ISBN 973-8198-17-8;
- [2]. Criddle, M., Morris, G., Cutts, K., Fraser, D., Morgan, G., *Entwicklung der nächsten Generation von elektrischen Auflagesystemen für Pkw-Anwendungen*, Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, Aachen, 2005;
- [3]. Criddle, M., *Documentation zum Programmstand – RPEMS_Future12_CPT*, CPT, 2011
- [4]. Heywood, J.B., *Internal combustion engine fundamentals*, New York, McGraw-Hill, 1988;
- [5]. Rakopoulos, D. C., Evangelos, G. G., *Diesel Engine Transient Operation. Principles of Operation and Simulation Analysis*, Springer Verlag, London, 2009;
- [6]. Watson, N., Janota, M., *Turbocharging the Internal Combustion Engine*, The Macmillan Press Ltd, Houndmills, 1982
- [7]. Zellbeck, H., Friedrich, J., Berger, C., *Electrically assisted turbocharging as a new boosting concept*, MTZ nr. 60, 1999;

CONCLUZII

În urma derulării cercetărilor experimentale se pot formula următoarele puncte de vedere și aprecieri privind viabilitatea în ciclu urban a supraalimentării asistate ale motoarelor, astfel:

- Limita superioară a duratei de funcționare a suflantei electrice la un eveniment de 6 s uneori este prea mică, lăsând loc optimizării.
- Consumul de curent al suflantei electrice este foarte mare, dar datorită perioadelor scurte în care se întrebuințează, nu suprasolicită bateria de acumulatori cu care a fost dotat autovehiculul.
- Analizele statistice ale testelor urbane arată o utilizare cu mai puține accelerări cu pedala de accelerație apăsată 100% și cu turația medie mai mică în cazul variantei cu supraalimentare asistată electric, ceea ce prefigurează o economie de combustibil.
- Generarea a 123,5 kJ de energie pentru antrenarea suflantei electrice necesită 0,027 litri de benzină. Astfel, motorul oferă performanțe superioare, dar și posibilitatea economisirii (în timp) de combustibil și având elasticitate mai bună, sugerează conducerea cu turații ale motorului mai reduse.

Aknowlegement

Elaborarea lucrării a fost posibilă cu sprijinul AVL List GmbH, fiind adresate mulțumiri speciale d-nei Barbara Walluschek și d-lui ing. Kurt Prevedel.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Burnete, N., ș.a., *Construcția și calculul motoarelor cu ardere internă (Mecanismul motor)*, Editura Todesco, Cluj-Napoca, 2001, ISBN 973-8198-17-8;
- [2]. Criddle, M., Morris, G., Cutts, K., Fraser, D., Morgan, G., *Entwicklung der nächsten Generation von elektrischen Auflagesystemen für Pkw-Anwendungen*, Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, Aachen, 2005;
- [3]. Criddle, M., *Documentation zum Programmstand – RPEMS_Future12_CPT*, CPT, 2011;
- [4]. Heywood, J.B., *Internal combustion engine fundamentals*, New York, McGraw-Hill, 1988;
- [5]. Rakopoulos, D. C., Evangelos, G. G., *Diesel Engine Transient Operation. Principles of Operation and Simulation Analysis*, Springer Verlag, London, 2009;
- [6]. Watson, N., Janota, M., *Turbocharging the Internal Combustion Engine*, The Macmillan Press Ltd, Houndmills, 1982;
- [7]. Zellbeck, H., Friedrich, J., Berger, C., *Electrically assisted turbocharging as a new boosting concept*, MTZ nr. 60, 1999.

STUDY OF NOISE POLLUTION FOR BRASOV CITY

STUDIU PRIVIND POLUAREA SONORĂ ÎN ORAȘUL BRAȘOV

Lect. Ph.D. Eng. Țărulescu S.
- Universitatea TRANSILVANIA din Brașov -
Tel: 0743842872; E-mail: s.tarulescu@unitbv.ro

Abstract: In these paper was studied the noise pollution in the central area of Brasov city. There was made a comparative study of noise levels measured in several intersections from Brasov centre against the city noise map. The city noise map is made from the Brasov City Hall. The noise measurements were made for nine intersections from the city historical centre. The reordered values was compared with the values resulted from the city map. It was revealed that the experimentally determined values are comparable to noise levels resulted from the noise map for all nine studied intersections. Also it can be concluded that the average noise level in the city is comparative to the accepted maximum value.

Keywords: noise map, pollution, compared, traffic, vehicle, soundmeter.

INTRODUCTION

Global, or strategic, noise planning tries to prevent noise issues arising and to optimize the use of limited resources by mapping and managing the noise environment of a large area such as a city. Noise mapping is already in widespread use for the purpose of managing airport noise. Here, the 65 dB and 55 dB "footprints" of the airport are used to determine planning approval for new runways and compensation for nearby residents.

Noise maps can be made by: plotting measurements from long or short-term noise surveys; plotting measurements from permanent monitoring stations; calculation [1].

Now the European Union is in the process of developing a European Union Noise Policy based on the Noise Policy Green Paper from 1996. This will give directions on the use of noise maps, what noise maps to produce and how to produce them. Noise maps are proposed as showing L_{DEN} and L_{night} (the night-time L_{Aeq}) of each type of source (road, rail, industry, etc.) at a height of 4m over the ground.

Aggregation of levels from different sources can be performed with a stated method. The European Union is working towards all cities with more than 250000 inhabitants making maps of transportation and industrial noise using current models. Later, these cities are to make noise maps using harmonized techniques [7].

The most common source of environmental noise is road traffic. Road traffic noise accounts for more than 90% of unacceptable noise levels (daytime $L_{Aeq} > 65dB(A)$) in Europe. Other forms of noise such as train and aircraft noise is a more local problem but can still annoy many people.

Barriers can achieve additional reduction of noise levels. The sound insulation of buildings is the final barrier to the potentially intruding effects of environmental noise.

Environmental noise levels can either be assessed by measurement or by calculation. Although a measured level (i.e. the reading of some measurement device) tends to be more convincing to the public than a calculated level (i.e. the output of some computer program) the preferred method is very often the calculation.

The reasons for this preference are: the laborious

Rezumat: În această lucrare a fost studiat nivelul de poluare fonică în zona centrală a orașului Brașov. A fost realizat un studiu comparativ al nivelurilor de zgomot măsurate în mai multe intersecții din centrul Brașovului și a hărții de zgomot a orașului. Harta de zgomot ora a orașului a fost realizată de către Primăria Brașov. Măsurătorile de zgomot au fost făcute pentru nouă intersecții din centrul istoric al orașului. Valorile lor au fost comparate cu valorile rezultate din harta orașului. A rezultat faptul că valorile determinate experimental sunt comparabile cu nivelurile de zgomot rezultate din harta de zgomot pentru toate cele nouă intersecții studiate. De asemenea se poate concluziona că nivelul de zgomot mediu în oraș este apropiat de pragul maxim acceptat.

Cuvinte cheie: hartă de zgomot, poluare, comparație, trafic, vehicul, sonometru.

INTRODUCERE

La nivel global, sau strategic, planificarea nivelului de zgomot încearcă să prevină problemele de zgomot generate și optimizarea utilizării resurselor limitate prin cartografierea și gestionarea zgomotului pe o suprafață mare, cum ar fi un oraș. Cartografierea de zgomot este deja folosită pe scară largă în scopul gestionării zgomotului în zonele aeroportuare. Aici, nivelurile de 65 dB și 55 dB ale zgomotului în zona aeroportului sunt folosite pentru a determina aprobarea de planificare pentru noi piste și compensațiile pentru locuitorii din apropiere.

Hărțile de zgomot pot fi făcute prin: măsurători de zgomot pe termen lung sau scurt; utilizarea datelor de la stațiile de monitorizare permanentă; prin calcul [1].

La momentul actual, Uniunea Europeană este în proces de dezvoltare a unei politici de zgomot unitar, pe baza politicii Acordului Verde zgomot din 1996. Acest lucru va da indicații cu privire la utilizarea de hărți de zgomot și modul de realizare a acestora. Hărțile de zgomot sunt realizate pentru a arăta L_{DEN} și L_{night} (zgomotul pe timp de noapte L_{Aeq}) pentru fiecare tip de sursă (rutieră, feroviară, industrie, etc), la o înălțime de 4 metri deasupra solului.

Cumularea nivelurilor provenite din surse diferite poate fi efectuată cu o metodă specifică. Uniunea Europeană lucrează pentru toate orașele cu mai mult de 250000 de locuitori în vederea realizării hărților de transport și zgomot industrial cu modelele actuale. Mai târziu, aceste orașe vor realiza hărțile de zgomot utilizând tehnici armonizate [7].

Cea mai de întâlnită sursă de zgomot în mediul înconjurător este traficul rutier. Traficul rutier este responsabil pentru mai mult de 90% din nivelurile de zgomot inacceptabile ($L_{Aeq} > 65 dB(A)$) din Europa. Alte forme de zgomot, cum ar fi trenul și zgomotul produs de aeronave este o problemă mai mult locală, dar pot deranja un număr mare de locuitori.

Barriere fonoabsorbante pot realiza o reducere suplimentară a nivelului de zgomot. Izolarea fonică a clădirilor este ultimul obstacol în calea efectelor

assessment of the exact situation of the source can be avoided; long term average weather conditions can be taken into account directly; noise levels can be assessed even for future developments; possibly disturbing effects of "background" noise can be avoided; detailed information on the contributions of different partial sources can be assessed more easily; different scenarios can easily be synthesized in the case of noise action planning [7], [3].

BRASOV CITY NOISE MAP

The European Noise Directive (2002/49/EC) sets up requirements for noise mapping and action planning regarding environmental noise in the member states.

This includes noise from major roads and from traffic in large agglomerations. Although the directive does not state specific demands for noise reductions, the mappings and action planning is likely to increase public attention and thus increase demands for actions against the noise [4].

Reducing noise from road traffic in urban areas is, however, not an easy task. Usually no single means of abatement can reduce the noise sufficiently to achieve the desired levels.

Therefore noise abatement in cities is often based on combining a number of approaches, each of which give small contributions towards achieving the desired reduction. This is certainly the case when reducing noise through traffic management measures and driver assistance systems, which aim to change the behavior of drivers. The individual measures may result in reductions which are barely noticeable, but when several measures are combined, substantial reductions may be achieved.

Traffic management measures and driver assistance systems may reduce noise through:

- reductions in traffic volume;
- changes in composition and diurnal distribution of the traffic;
- speed reductions;
- changes in driving patterns.

For Brasov City, the noise map was used the European Noise Directive (2002/49/EC), from 25 June 2002, adapted for Romanian legislation by GD 321, from 14 April 2005 [5].

zgomotului ambiental.

Nivelurile de zgomot ambiental pot fi evaluate fie prin măsurare sau prin calcul. Deși un nivel măsurat (adică citirea datelor unor dispozitive de măsurare) tinde să fie mai convingătoare pentru public decât un nivel calculat (rezultatul unui program de calculator), metoda preferată este foarte adesea calcul.

Motivele pentru această preferință sunt: evaluarea amănunțită a situației exacte a sursei care poate fi evitată; condițiile meteorologice, în medie pe termen lung pot fi luate în considerare în mod direct; nivelurile de zgomot pot fi evaluate chiar și pentru evoluțiile viitoare; perturbațiile "zgomotului de fond" pot fi evitate; informații detaliate cu privire la contribuțiile diferitelor surse parțiale pot fi evaluate mai ușor; pot fi ușor sintetizate diferite scenarii în cazul de planificare a acțiunilor zgomotului [7], [3].

HARTA DE ZGOMOT A ORAȘULUI BRAȘOV

Directiva privind zgomotul Europeană (2002/49/CE) stabilește cerințele pentru hărțile de zgomot și de planificare a acțiunilor cu privire la zgomotul ambiental în statele membre.

Aceasta include zgomotul de pe drumurile principale și de cel produs de trafic în marile aglomerări. Deși directiva nu exprimă cerințe specifice pentru reducerea zgomotului, cartografierea și planificarea acțiunilor sunt de natură să crească atenția publicului și, astfel, crește cererea acțiunilor împotriva zgomotului [4].

Reducerea zgomotului traficului rutier din zonele urbane, cu toate acestea, nu este o sarcină ușoară. De obicei, nici un mijloc unic de reducere nu poate reduce zgomotul suficient pentru a atinge nivelurile dorite.

Prin urmare, reducerea zgomotului în orașe se bazează adesea pe combinarea unui număr de abordări, fiecare dintre ele având mici contribuții la realizarea reducerii dorite. Acesta este cu siguranță cazul în care reducerea zgomotului prin măsuri de gestionare a traficului și sisteme de asistență a șoferului are ca scop schimbarea comportamentului șoferilor. Măsurile individuale pot conduce la reduceri care sunt puțin vizibile, dar atunci când mai multe măsuri sunt combinate, pot fi realizate reduceri substanțiale.

Măsurile de gestionare a traficului și sistemele de asistență a șoferului pot reduce zgomotul prin:

- reducerea volumului de trafic;
- schimbări în compoziția și distribuția diurnă a traficului rutier;
- reducerile de viteză;
- schimbări ale stilului de conducere a șoferilor din mediul urban.

Pentru Brașov, harta de zgomot a fost folosită de Directiva Europeană de Zgomot (2002/49/CE) din 25 iunie 2002 și adaptată pentru legislația românească prin HG 321, de la 14 aprilie 2005 [5].

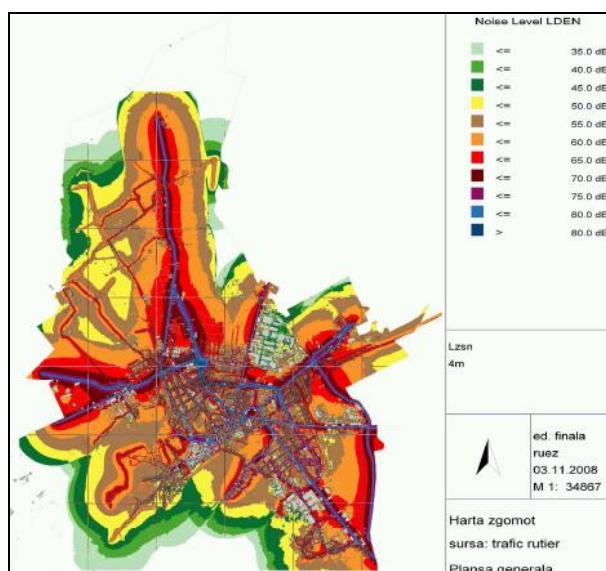


Fig. 1 - Day traffic noise map for Brasov City /
Harta de zgomot diurn a orasului Brasov

The urban agglomeration of Brasov includes a number of 281 375 inhabitants and covers an area of 10,410 [ha]. The total housing ground area of the municipality, including equipment, service and green areas, is on average 92.84%. In order with the legislation, noise sources and targets mapped for agglomerations with more than 250,000 inhabitants, are: road, rail, air transportation and industrial activities. After the urban Brasov area mapping, there was determined the $L_{day,night}$ indicator resulted from the next parameters [6]:

a) L_{day} : the equivalent continuous sound level (also called time-average sound level), is defined as twenty times the logarithm to base ten of the ratio of a root-mean-square sound pressure during a time interval to the reference day sound pressure, sound pressure being obtained with a frequency weighting (for A frequency-weighting) by SR ISO 1996-2:1995;

b) $L_{evening}$: the equivalent continuous sound level (also called time-average sound level), is defined as twenty times the logarithm to base ten of the ratio of a root-mean-square sound pressure during a time interval to the reference evening sound pressure, sound pressure being obtained with a frequency weighting (for A frequency-weighting) by SR ISO 1996-2:1995;

c) L_{night} : the equivalent continuous sound level (also called time-average sound level), is defined as twenty times the logarithm to base ten of the ratio of a root-mean-square sound pressure during a time interval to the reference night sound pressure, sound pressure being obtained with a frequency weighting (for A frequency-weighting) by SR ISO 1996-2:1995 – for 8 hours night interval.

Data regarded from each strategic noise map for Brasov City are presented as strategic noise maps in graphic format at 1:10000 scales, for each analyzed noise source (road, rail and industrial). It is noted that for the day hour intervals, noise level environment fit for the main highways between 75-80 dB (A), and in their proximity areas between 70-75 dB (A) [6].

NOISE MEASUREMENT METHODOLOGY

Environmental noise caused by road traffic is assessed for different purposes:

- to assess the acceptability of new building developments in noisy areas,
- to determine the nature and amount of noise abatement provisions, in case of excess of the limit value,

Aglomerarea urbană a Municipiului Brașov cuprinde un număr de 281.375 locuitori, și se întinde pe o suprafață de 10.410 [ha]. Suprafața totală de teren din Municipiul Brașov ocupat pentru funcțiunea de locuire, inclusiv dotări, circulație și zone verzi, este în medie de 92,84%. Conform legislației în vigoare, sursele de zgomot și obiectivele de cartat pentru aglomerările urbane cu mai mult de 250.000 locuitori, sunt: traficul rutier, feroviar și aerian, activitățile industriale. În urma cartării suprafeței ocupate de aglomerarea urbană Brașov, s-au determinat indicatorul de zgomot L_{zsn} , în calculul căruia s-au utilizat [6]:

a) L_{zi} : nivelul mediu de presiune sonoră, ponderat A, în interval lung de timp, conform definiției din SR ISO 1996-2:1995, determinat pentru suma perioadelor de zi dintr-un an;

b) $L_{seară}$: nivelul mediu de presiune sonoră, ponderat A, în interval lung de timp, conform definiției din SR ISO 1996-2:1995, determinat pentru suma perioadelor de seară dintr-un an;

c) L_{noapte} : nivelul mediu de presiune sonoră, ponderat A, în interval lung de timp, conform definiției din SR ISO 1996-2:1995, determinat pentru suma perioadelor de noapte dintr-un an mediu, unde durata nopții este de 8 ore.

Datele obținute în urma realizării fiecărei hărți strategice de zgomot pentru aglomerarea urbană Brașov sunt prezentate sub forma hărților strategice de zgomot în format grafic, la scala 1:10000, pentru fiecare sursă de zgomot analizată (trafic rutier, feroviar și industrial).

Se observă că pentru intervalele orare ale zilei nivelul de zgomot mediu se încadrează pentru arterele rutiere principale în intervalul 75 – 80 dB(A), iar pentru zonele din proximitatea acestora în intervalul 70 – 75 dB(A).

METODOLOGIA DE REALIZARE A MĂSURĂTORILOR

Poluarea fonică cauzată de traficul rutier este evaluată pentru diferite scopuri:

- pentru a evalua planurile pentru construcțiile noi în zonele zgomotoase,
- pentru a determina natura și eficiența noilor metode

- to assess the acceptability of a new infrastructure in the neighborhood of residential areas,
- to assess the necessity of remedial action in the case of excessive noise in residential areas.

For noise measurements was used Sound Level Meter - Type 2250 from Bruel&Kjaer. This sound meter has been developed specifically for measuring occupational, environmental and product noise, while complying fully with all the relevant national and international standards [2].

In the figure 2 is presented the analyzed route from Brasov City. The studied intersections are numbered as follows:

1. Iuliu Maniu Str. + 13 Decembrie Str. + Castanilor Str. Intersection; 2. Alexandru Ioan Cuza Str. + Iuliu Maniu Str. + Agrișelor Str. Intersection; 3. 15 Noiembrie Bdv. + Nicolae Titulescu Str. + Castanilor Str. Intersection; 4. 15 Noiembrie Bdv. + Nicolae Bălcescu Str. + Vlad Țepeș Str. Intersection; 5. Nicolae Bălcescu Str. + Dobrogeanu Ghenea Str. Intersection; 6. Prundului Str. + Beethoven Str. + Dr. Ghe. Băiulescu Str. Intersection; 7. Mureșenilor Str. + Beethoven Str. + Gheorghe Dima Str. + Căminului Str. Intersection; 8. Eroilor Bdv. + Lungă Str. + Mureșenilor Str. Intersection; 9. Lungă Str. + Nicolae Iorga Str. Intersection.

The analyzed route can be separated into two distinct routes: first route includes intersections no.1, 2, 3, 4, 8 and 9 and is the route that connects the civic to the historic center, characterized by wide roads with 3 lanes and high traffic flows. The second route includes intersections no. 4, 5, 6, 7 and 9 and is a canyon streets route, characterized by narrow roads with 1 lane and medium traffic flows.

de reducere a zgomotului, în cazul depășirii valorii limită,

- pentru a evalua acceptabilitatea unei noi infrastructuri în vecinătatea zonelor rezidențiale,

- să evalueze necesitatea de măsuri de remediere, în cazul zgomotului excesiv în zonele rezidențiale.

Pentru măsurătorile de zgomot a fost folosit Sonometrul - Tip 2250 de la Bruel & Kjaer. Acest sonometru a fost dezvoltat special pentru măsurarea zgomotelor de toate felurile, cu respectarea deplină a tuturor standardelor naționale și internaționale [2].

În figura 2 este prezentată zona studiată, care cuprinde cele două trasee analizate. Sunt numerotate intersecțiile studiate:

1 - Str. Iuliu Maniu + Str. 13 Decembrie + Str. Castanilor; 2 - Str. Alexandru Ioan Cuza + Str. Iuliu Maniu + Str. Agrișelor; 3 - B-dul 15 Noiembrie + Str. Castanilor + Str. Nicolae Titulescu; 4 - B-dul 15 Noiembrie + Str. Nicolae Bălcescu + Str. Vlad Țepeș; 5 - Str. Nicolae Bălcescu + Str. Dobrogeanu Ghenea; 6 - Str. Prundului + Șirul Beethoven + Strada Dr. Gheorghe Băiulescu; 7 - Str. Mureșenilor + Șirul Beethoven + Șirul Gheorghe Dima + Str. Căminului; 8 - B-dul Eroilor + Str. Lungă + Str. Mureșenilor; 9 - Str. Nicolae Iorga + Str. Lungă.

Traseul analizat poate fi separat în două trasee distincte: prima rută include intersecții nr.1, 2, 3, 4, 8 și 9 și este ruta care leagă civic de centrul istoric, caracterizat prin drumuri largi cu 3 benzi și mari fluxurile de trafic. Al doilea traseu include intersecții nr. 4, 5, 6, 7 și 9 și este un traseu canion străzi, caracterizată prin drumurile înguste cu 1 bandă și fluxurile de trafic mediu.



Fig. 2 - The analyzed route from Brasov /
Traseul analizat din Brasov

For intersection's analysis there were collected data about the road traffic and data about the noise pollution in the neighborhood of the road.

For the analyzed intersections, noise measurement points were established. Intersections schemes are constructed to show the noise measurement points (Figure 3). For each intersection were selected several measuring points for noise measurements. Using data were prepared worksheets where they were introduced for processing.

There were centralized the noise average values over the period of measurements, recorded for each peak hour interval (8.00 – 9.00 and 15.00 – 16.00) (Table 1).

Pentru studiul intersecțiilor au fost culese date de trafic rutier și valorile de zgomot din proximitatea căii de rulare.

Pentru cele nouă intersecții analizate s-au stabilit punctele de măsurare a zgomotului ambiental. Schemele intersecțiilor sunt realizate astfel încât să fie evidențiate punctele în care s-au cules datele cu aparatul utilizat (Figura 3). Pentru fiecare intersecție s-au stabilit mai multe puncte de măsurare în care s-au înregistrat valorile de zgomot. Folosind datele s-au întocmit foi de lucru în care acestea au fost introduse în vederea prelucrării.

În continuare s-au centralizat valorile nivelurilor de zgomot medii pe intervalul de măsurare, înregistrate pentru fiecare anotimp și interval orar în parte (Tabelul 1).

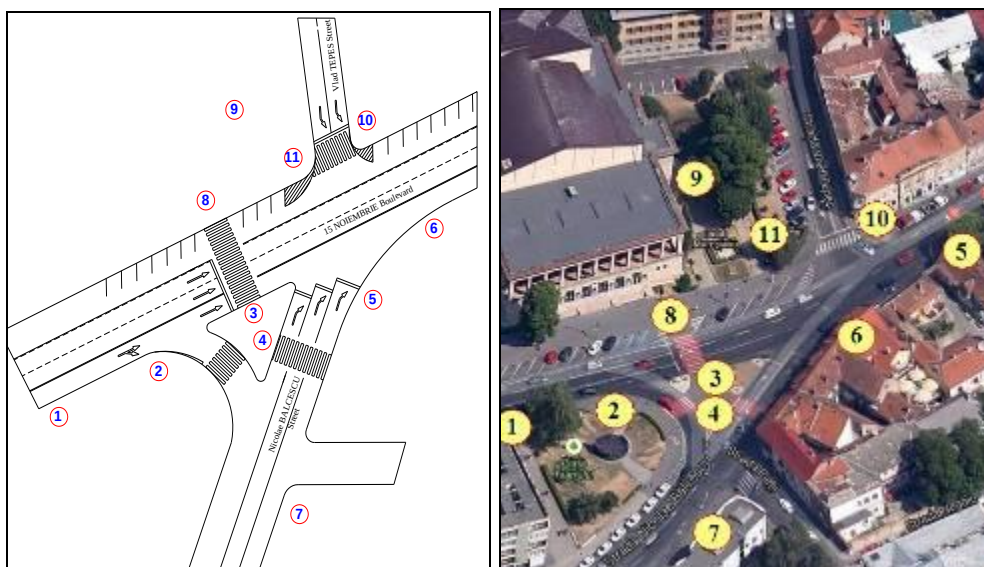


Fig. 3 - The points where the measurements were done for Intersection 4 /
Punctele în care s-au făcut măsurătorile pentru Intersecția 4

Table 1 Noise Level for Intersection 4 / Tabelul 1 Nivelul de zgomot pentru Intersecția 4

Measuring points / Puncte de măsurare	Noise Level / Nivelul de zgomot 8.00 – 9.00 L_{Aeq} corected [dB]	Noise Level / Nivelul de zgomot 8.00 – 9.00 L_{Max} corected [dB]	Noise Level / Nivelul de zgomot 15.00 – 16.00 L_{Aeq} corectat [dB]	Noise Level / Nivelul de zgomot 15.00 – 16.00 L_{Max} corectat [dB]
1	71,39	74,32	73,46	82,13
2	72,46	85,29	69,59	76,48
3	69,26	72,81	70,53	83,92
4	70,11	71,93	69,32	79,87
5	72,92	79,18	71,59	82,71
6	72,33	78,42	72,53	82,82
7	70,11	74,49	81,04	95,91
8	69,45	74,13	71,96	79,68
9	62,58	66,19	68,38	71,72
10	70,95	74,63	71,42	79,36
11	69,78	70,72	68,85	70,61

Where:

L_{Aeq} – Equivalent continuous sound level over the elapsed measurement time.

L_{Max} – Maximum sound pressure level over the elapsed measurement time.

Regarding to the Brasov day noise map, on the roads are registered values between 75 and 85 dB (A), and in their proximity areas between 70-75 dB (A).

The values for the two experimentally examined routes differ from one route to another. For the first route, corresponding to the area connecting the center of the city and the historic center, the measured noise range varies between 68 and 75 decibels. These values have been collected in the vicinity of the road, in the intersections access and evacuation areas, where vehicles engines works transient. Another important factor that influences the noise levels is the composition of the traffic flow. Along with cars, buses equipped with compression ignition engines have an important share of influence.

For the second route, corresponding to the historical center, the average noise values vary between 62 and 74 decibels. Although, compared to the first route, the traffic flow is much smaller; a factor that increases the noise

Unde:

L_{Aeq} – Media nivelului de zgomot înregistrat pe durata măsurătorii.

L_{Max} – Valoarea maximă a presiunii nivelului de zgomot înregistrată în timpul măsurătorii.

Conform hărții de zgomot a orașului Brașov, pe calea de rulare se înregistrează valori cuprinse între 75 și 85 de decibeli, iar în proximitatea acestora se înregistrează valori cuprinse între 70 și 75 de decibeli.

Valorile înregistrate experimental pentru cele două trasee analizate diferă de la un traseu la celălalt. Pentru traseul 1, corespunzător zonei de legătură dintre centrul civic al orașului și centrul istoric, valorile medii pe intervalul de măsurare variază între 68 și 75 de decibeli. Aceste valori au fost culese din proximitatea căii de rulare, din zonele de acces și evacuare a intersecțiilor, unde vehiculele se deplasează în regimuri tranzitorii. Un alt factor important care influențează nivelul de zgomot îl reprezintă compoziția fluxului de vehicule. Alături de autoturisme, autobuzele echipate cu motoare cu aprindere prin comprimare au o pondere importantă.

Pentru cel de-al doilea traseu, corespunzător centrului istoric, valorile medii variază între 62 și 74 de decibeli. Cu

level is the geometry of streets and intersections (canyons streets). The values are generally lower than in the case of the first route, because of the traffic density.

THE COMPARATIVE STUDY OF MEASURED NOISE VALUES AND BRASOV NOISE MAP

Using the day noise map only for the studied area, we can make comparisons and judgments about the measurements for this study (Figure 4).

To compare the noise values determined experimentally with the noise map values, corrections must be made regarding the measuring distance and logarithmic adjustments for studied intersections.

Distance correlation for experimentally determined values is expressed in equation (1).

toate că în raport cu primul traseu fluxul de vehicule este mult mai mic, un factor care amplifică nivelul de zgomot îl reprezintă geometria străzilor și intersecțiilor (străzi de tip canion). Valorile sunt, în general, mai mici decât în cazul primului traseu, datorită densității orare a traficului rutier mai mică.

STUDIUL COMPARATIV DINTRE VALORILE MĂSURATE ȘI HARTA DE ZGOMOT

Utilizând din harta de zgomot pentru zi doar aria studiată în lucrarea de față, se pot face comparații și aprecieri legate de măsurătorile efectuate pentru acest studio (Figura 4).

Pentru a compara valorile determinate experimental prin măsurare cu valorile date de harta de zgomot, trebuie făcute corecții privind distanța de măsurare, precum și medieri logaritmice pentru intersecțiile studiate.

Corelația de distanță pentru valorile determinate experimental este exprimată prin ecuația (1).

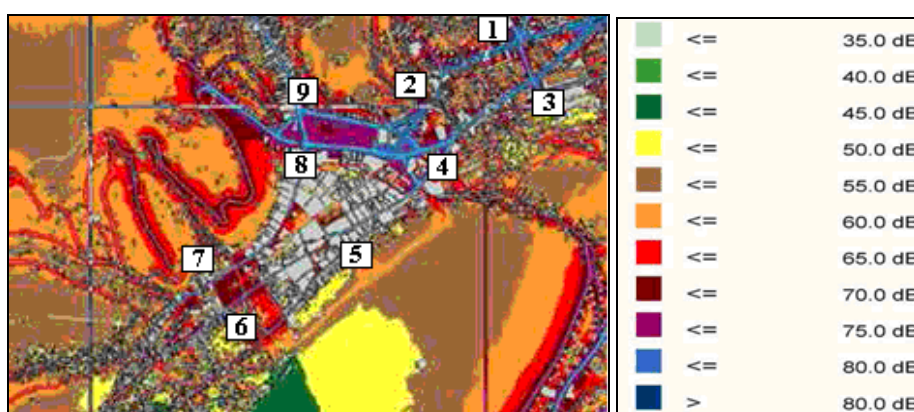


Fig. 4 - Noise map for the analyzed area /
Harta de zgomot pentru traseul analizat

$$Leq_{corrected} = Leq + 20 \cdot \log\left(\frac{d_1}{d_2}\right) / Leq_{corectat} = Leq + 20 \cdot \log\left(\frac{d_1}{d_2}\right) \quad (1)$$

Where:

$Leq_{adjusted}$ = noise pollution value resulting from the correction;

Leq = measured noise pollution level;

d_1 = the distance from the sound source at which the measurements were made (1.5 meters);

d_2 = the distance from the noise source used to produce noise maps (4 meters) [8].

It will be determined the noise for each intersection based on the values recorded at each measurement point. To determine the noise level for an intersection, it will be use the decibel aggregation formula for each measuring point (noise source). For each intersection will be considered only the points that are close to the roadway, eliminating points at greater distances or behind of the green areas.

The formula for obtaining the noise level for an intersection is:

Unde:

$Leq_{corectat}$ = valoarea nivelului de poluare rezultată în urma corecției;

Leq = nivelul de zgomot determinat experimental;

d_1 = distanța de sursă de zgomot la care s-au făcut măsurătorile (1,5 metri);

d_2 = distanța de sursă de zgomot folosită la realizarea hărților de zgomot (4 metri).

Pentru a determina nivelul de zgomot pentru o intersecție, se va utiliza formula de cumulare a decibelilor pentru fiecare punct (sursă de zgomot). Pentru fiecare intersecție se vor analiza doar punctele care se află în apropierea carosabilului, eliminându-se punctele aflate la distanțe mai mari sau dispuse după spații verzi sau alte obiective.

Formula de obținere a nivelului de zgomot pentru o intersecție este:

$$Leq_{intersection} = 10 \cdot \log\left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{Leq_i}{10}}\right) / Leq_{intersecție} = 10 \cdot \log\left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{Leq_i}{10}}\right) \quad (2)$$

Where:

$Leq_{intersection}$ = noise level for one intersection;

Leq_i = noise levels for each of the measuring points for one intersection (9 to 12 points);

i = noise measuring point; n = total number of measuring points for one intersection [5].

Unde:

$Leq_{intersecție}$ = nivelul de zgomot pentru o intersecție;

Leq_i = nivelurile de zgomot pentru fiecare punct de măsurare al intersecției;

i = punct de măsurare;

n = numărul de puncte de măsurare [5].

The obtained values are represented in the next two figures and in Table 2.

Valorile obținute sunt prezentate în Tabelul 2:

Table 2 L_{Aeq} corrected Noise Level for each Intersection / Tabelul 2 Nivelul de zgomot corectat L_{Aeq} pentru fiecare Intersecție

Intersections / Intersecțiile analizate	Noise Level / Nivelul de zgomot 8.00 – 9.00 L_{Aeq} [dB]	Noise Level / Nivelul de zgomot 15.00 – 16.00 L_{Aeq} [dB]
1. Iuliu Maniu Str. + 13 Decembrie Str. + Castanilor Str. Intersection	75,15	76,01
2. Alexandru Ioan Cuza Str. + Iuliu Maniu Str.+ Agrișelor Str. Intersection	77,62	77,98
3. 15 Noiembrie Bdv.+Nicolae Titulescu Str.+ Castanilor Str. Intersection	74,40	76,55
4. 15 Noiembrie Bdv.+ Nicolae Bălcescu Str.+Vlad Țepeș Str. Intersection	72,41	74,51
5. Nicolae Bălcescu Str. + Dobrogeanu Gherea Str. Intersection	72,37	74,09
6. Prundului Str.+ Beethoven Str.+ Dr. Ghe. Băulescu Str. Intersection	68,13	71,33
7. Mureșenilor Str. + Beethoven Str. + Gheorghe Dima Str. + Cibinului Str. Intersection	71,82	72,31
8. Eroilor Bdv.+ Lungă Str. + Mureșenilor Str. Intersection	73,62	73,95
9. Lungă Str. + Nicolae Iorga Str. Intersection	72,14	73,58

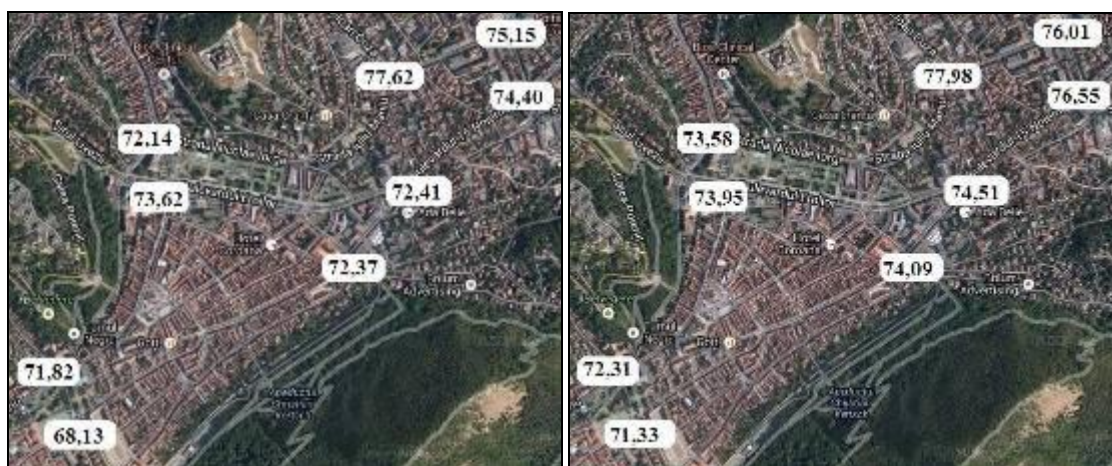


Fig. 5 - Measured noise level (L_{Aeq} corrected [dB(A)]), in 8.00-9.00 and 15.00-16.00 time interval / Nivelul de zgomot determinat prin măsurători (corectat), în intervalele orare 8.00-9.00 și 15.00-16.00, exprimat în dB(A)

Analyzing the values obtained after the corrections and comparing them with the noise map, we can draw the following conclusions:

- Experimentally determined values are comparable to levels from noise map for all nine intersections.
- For the first route, the measured noise range varies between 68 and 75 decibels in function of rush hour intervals.
- For the second route, the measured noise range varies between 62 and 74 decibels in function of rush hour intervals.
- The experimental measurements were made in 2011, after several geometrical parameters of intersection modification from 2009 to the present time. The noise map was realized in 2008, but the noise values are insignificantly changed.

CONCLUSIONS

The measurements were made in June 2011, for two peak hour intervals, assigned to the morning rush interval and evening rush interval. The Brasov noise map was made in 2008 – 2009 interval. From that moment, several modifications to the geometrical parameters of several

Analizând valorile obținute în urma corecțiilor și comparându-le cu harta de zgomot, se pot trage următoarele concluzii:

- Valorile determinate experimental sunt comparabile cu nivelurile de zgomot ale hărții de zgomot pentru toate cele nouă intersecții.
- Pentru intersecțiile traseului 1, valorile determinate sunt cuprinse între 70 și 75 dB(A), în funcție de anotimp și de intervalul orar.
- Pentru intersecțiile traseului 2 valorile determinate sunt cuprinse între 65 și 75 dB(A), în funcție de anotimp și de intervalul orar.
- Măsurătorile experimentale au fost făcute în 2011, după ce mai mulți parametri geometrici ai intersecțiilor au fost modificați din 2009 până în prezent. Harta de zgomot a fost realizată în 2008, dar valorile de zgomot sunt schimbate nesemnificativ față de anul 2011.

CONCLUZII

Măsurătorile au fost efectuate în iunie 2011, pentru două intervale orare, reprezentate de orele de vârf de dimineață și seară. Harta de zgomot Brasov a fost făcută în intervalul 2008 - 2009. Din acel moment, s-au schimbat

intersections (including four analyzed in these study intersections) were changed. However, the 2011 noise experimentally determined values didn't vary significantly comparing to the year 2008.

It is very difficult to propose realistic measures for reducing the noise in an urban agglomeration. Many of the possible measures are related to road traffic management and should be integrated in a more complex action plan, not only intended for noise reduction. So the action plans is better to be based not only on the existing noise maps, but also on road traffic studies. The whole process of noise mapping is complex and the team members should be specialists not only in acoustics, but also in road traffic and data processing.

Speed limits for roads may reduce the level of noise in cities. Noise in urban areas can also be reduced by bypasses and traffic calming measures, in order to keep traffic out of residential areas. In the historic center area it can be made traffic restrictions for some time intervals, for different types of vehicles: cars, minibuses, buses (with diesel engines), trucks.

Aknowlegement

The study used the database compiled in 2005 and completed each year by the Faculty of Mechanical Engineering, Transilvania University of Brasov staff and students.

REFERENCES

- [1]. A. Chiru, D. Covaciu, D. Florea, J. Timar, "Noise Mapping for Urban Road Traffic and its Effect on the Local Community", The 3rd International Conference on Computational Mechanics and Virtual Engineering, 29 – 30 OCTOBER 2009, Brasov, Romania.
- [2]. Bruel&Kjaer, "Hand-held Analyzer 2250 Light", Technical documentation, English BE 1766 –21, Denmark, October 2012.
- [3]. C. Cofaru, "Pollution legislation in road transportation", Transilvania University of Brasov, 2002.
- [4]. Directive 2002/49/EC. Available at: <http://www.ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>.
- [5]. Government Decision no. 674/28.06.2007. Monitorul Oficial (the official journal of Romania), no. 485/19.07.2007 (in Romanian).
- [6]. <http://www.brasovcity.ro/content/harta-zgomot/harta-de-zgomot.pdf>.
- [7]. M. Deliu, Ghe. Deliu, "Urban Road Traffic Noise Mapping" RECENT Magazine, Vol. 9, no. 3(24), Brasov, November, 2008.
- [8]. N. Filip., N. Cordos, I. Rus, "Urban Noise and Road Traffic", Todesco Editor, Cluj-Napoca 2002, ISBN 973-8198-25-9.

mai mulți parametrii geometrici ai intersecțiilor (inclusiv patru intersecțiile analizate în studiul de față). Cu toate acestea, din 2011 valorile de zgomot măsurate nu au variat semnificativ comparativ cu anul 2008.

Este foarte dificil de a propune măsuri realiste de reducere a zgomotului într-o aglomerație urbană. Multe dintre posibilele măsuri sunt legate de managementul traficului rutier și ar trebui să fie integrate într-un plan de acțiuni mai complexe, care nu sunt destinate numai pentru reducerea zgomotului. În concluzie, planurile de acțiune trebuie să se bazeze nu numai pe hărțile de zgomot existente, ci și pe studii de trafic rutier și măsurători în punctele problemă. Întregul proces de cartografiere a zgomotului este complex și membrii echipei ar trebui să fie specialiști nu numai în acustică, dar, de asemenea, în traficul rutier și prelucrarea datelor.

Limitările de viteză pentru zonele rezidențiale pot reduce nivelul de zgomot în orașe. Zgomotul în zonele urbane poate fi, de asemenea, redus prin realizarea șoselelor ocolitoare, în scopul de a menține traficul rutier departe de zonele rezidențiale. În zona centrului istoric se pot introduce restricții de trafic pentru anumite intervale de timp, pentru diferite tipuri de vehicule: autoturisme, microbuze, autobuze (cu motoare diesel), camioane.

Aknowlegement

Studiul a folosit baza de date întocmită în anul 2005 și completată an de an cu ajutorul colaboratorilor și studenților Facultății de Inginerie Mecanică, Universitatea Transilvania din Brașov.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. A. Chiru, D. Covaciu, D. Florea, J. Timar, "Noise Mapping for Urban Road Traffic and its Effect on the Local Community", The 3rd International Conference on Computational Mechanics and Virtual Engineering, 29 – 30 OCTOBER 2009, Brasov, Romania.
- [2]. Bruel&Kjaer, "Hand-held Analyzer 2250 Light", Technical documentation, English BE 1766 –21, Denmark, October 2012.
- [3]. C. Cofaru, "Pollution legislation in road transportation", Transilvania University of Brasov, 2002.
- [4]. Directive 2002/49/EC. Available at: <http://www.ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>.
- [5]. Government Decision no. 674/28.06.2007. Monitorul Oficial (the official journal of Romania), no. 485/19.07.2007 (in Romanian).
- [6]. <http://www.brasovcity.ro/content/harta-zgomot/harta-de-zgomot.pdf>.
- [7]. M. Deliu, Ghe. Deliu, "Urban Road Traffic Noise Mapping" RECENT Magazine, Vol. 9, no. 3(24), Brasov, November, 2008.
- [8]. N. Filip., N. Cordos, I. Rus, "Urban Noise and Road Traffic", Todesco Editor, Cluj-Napoca 2002, ISBN 973-8198-25-9.

COMPARATIVE INVESTIGATION OF OPACITY FORMATION IN COMBUSTION CHAMBER OF COMPRESION IGNITION ENGINE RUNNING ON DIESEL FUEL AND B20 BLEND

INVESTIGAREA COMPARATIVA A FORMARII FUMULUI IN CAMERA DE ARDERE IN CAZUL ALIMENTARII UNUI MAC CU MOTORINĂ ȘI AMESTEC B20

Ph.D. Eng. Băldean D., Prof. Ph.D. Eng. Burnete N., Ph.D. Eng. Moldovanu D., Ph.D. Eng. Kocsis L.

- UT Cluj Napoca -

Tel: 0264-401609; E-mail: Nicolae.Burnete@auto.utcluj.ro

Abstract: Compression ignition engine (CIE) injection system is very important in establishing the opacity level of exhaust gases. CIE fuel economy and smoke pollution has a tight connection with the quality and operational parameters of high pressure injection system. The present paper shows the influence of injection parameters in the fuel supply system on the opacity value of exhaust gases in an optimizing process of smoke formation. High pressures of injection process and fuel quantity has a role in developing each sequence of the combustion process and the engine exhaust opacity. Pollution level and the quality of combustion process are the most important factors which influence the environment and the health condition. Ambient quality is a significant aspect in the standards of today human existence. Western civilization and the living standards of our society are close related with the lower opacity levels in motor vehicle exhaust system that influence the ambient quality. The present study offers an insight on the relations of engine operational parameters with the opacity formation process and real values. It is a fact nowadays that the injection system parameters such as timing, quantities and pressures have an important role in the direction of pollution, smoke formation and especially the combustion sequence. In this paper are represented the opacity fluctuations in various conditions, determined by using complex equipment and advanced comparative investigation methods.

Keywords: smoke, opacity, engine, biodiesel, injection.

INTRODUCTION

Combustion process, injection timing and fuel spray quantities are few of the most important factors which indubitably influence the mechanisms of smoke formation, opacity value and finally environmental pollution in the engine operation interval and during the use of all hydrocarbon liquid fuel types.

Rezumat: Sistemul de injecție al motorului cu aprindere prin comprimare (MAC) este foarte important în stabilirea nivelului de opacitate a gazelor de evacuare. Economia de combustibil și poluarea cu fum a MAC au o legătură strânsă cu starea calitativă și parametri operaționali ai sistemului de injecție de înaltă presiune. Prezentul articol prezintă influența parametrilor injecției din sistemul de alimentare asupra valorii opacității gazelor de evacuare într-un proces de optimizare a formării fumului. Presiunile înalte ale injecției și cantitatea injectată au un rol în dezvoltarea fiecărei faze a procesului de ardere și asupra opacității produselor de evacuare. Nivelul poluării și calitatea procesului de injecție sunt cei mai importanți factori care influențează condițiile de mediu și sănătate. Calitatea ambientală reprezintă un aspect semnificativ în cadrul formal al standardelor actuale ale existenței umane. Civilizația modernă și standardele de viață ale societății noastre sunt strâns corelate cu valorile reduse ale opacității în sistemul de evacuare a motoarelor care influențează calitatea ambiantului. Prezentul studiu oferă o perspectivă asupra legăturii parametrilor operaționali ai motorului cu procesul formării opacității și valorile reale. Este un fapt real că parametri sistemului de injecție precum avansul, cantitățile și presiunile au rol important în direcția poluării, formării fumului și în special a fazei arderii. În articol sunt reprezentate fluctuațiile opacității în condiții variate determinate folosind echipamente complexe și metode avansate de investigare comparativă.

Cuvinte cheie: fum, opacitate, motor, biodiesel, injecție.

INTRODUCERE

Procesul de ardere, avansul la injecție și cantitățile pulverizate sunt câțiva din cei mai importanți factori care influențează indubitabil mecanismele formării fumului, valoarea opacității și finalmente poluarea mediului în timpul funcționării motorului și a folosirii oricărui tip de hidrocarburi lichide.

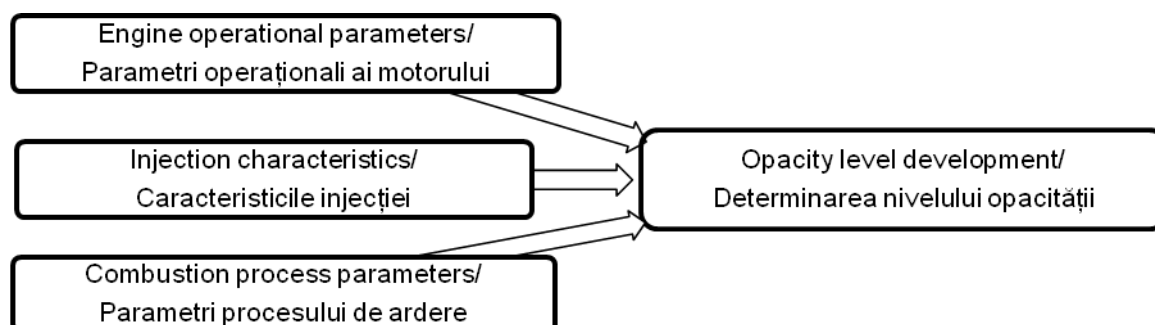


Fig. 1 - Determining factors in opacity level development /
Factori determinanți în stabilirea nivelului opacității

APPLIED RESEARCH METHODOLOGY

Experimental research consists in developing an advanced CIE test bed that allows one to properly evaluate two different liquid fuels with similar densities for CIE, but with different polluting capabilities, implementing modern engineering testing investigations – with a real time capacity of control and command – and data acquisition station (Fig. 2). All the recorded information in the engineering research experiments on the CIE with both fuel types in different conditions was adequately centralized in order to reach optimal operation.

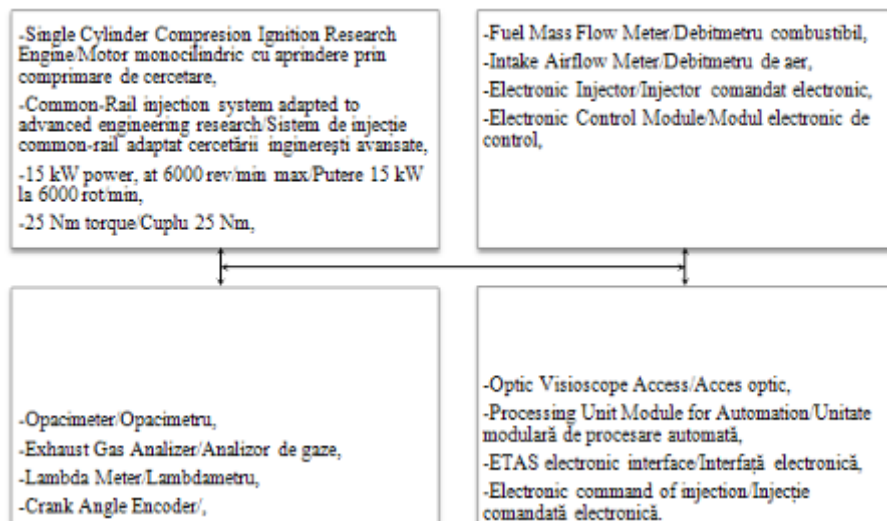


Fig. 2 - Equipment assembly set up in the applied engineering research / Ansamblul echipamentelor configurate în cercetarea inginerescă aplicată

The engineering research was developed on the advanced test bed with a single cylinder compression ignition research engine (SCCIRE) connected to a 200 kW active dynamometer in the Laboratory for Testing, Certification and Homologation of Internal Combustion Engines (LTCHICE) from Automotive and Transportation Department (ATD) in the Technical University of Cluj-Napoca (TUCN). The applied engineering methodology is implemented in multiple pre-defined sequences (Fig. 3).



Fig. 3 - Methodic sequences of the research protocol / Fazele metodice ale protocolului cercetării

The starting sequence of engine test run consists in setting up the engine test bed, cooling liquid and lubricant conditioner, fuel mass flow meter, electronic control module, endoscope, gas analyzer and the opacimeter in order to properly configure all the necessary equipments for developing the experimental study.

The second sequence of the experimental study stipulates that all the set up equipment must be turned on and the SCCIRE is necessary to reach the recommended temperature value before running the full experimental test. The automatic and manual developed test runs are repeated several times with each fuel type.

In the third sequence of experimental research protocol all the electronic recording and post processing equipment acquire data and information at full capacity in order to properly distinguish and isolate the optimal operating state of the engine using the specific fuel types. In this phase there were kept under control and surveillance the number of injections, fuel quantities (main and pilot), timing values for both fuel sprays, injection pressure and duration,

METODOLOGIA CERCETĂRII APLICATE

Cercetarea experimentală constă în utilizarea unui stand modern pentru MAC care permite evaluarea adecvată a doi combustibili lichizi diferiți cu densități apropiate, dar cu posibilități diferite de poluare, implementând investigații ingineresti moderne – cu o capacitate de control și comandă în timp real – și o stație pentru achiziție de date (Fig. 2). Toată informația înregistrată în experimentele cercetării ingineresti pe MAC cu ambele tipuri de combustibil în diferite condiții a fost adecvat centralizată pentru a atinge o funcționare optimă.

Cercetarea inginerescă a fost realizată pe un stand avansat de testare cu un motor monocilindric de cercetare cu aprindere prin comprimare (MMCAC) legat la un dinamometru activ de 200 kW în Laboratorul de Testare, Certificare și Omologare a Motoarelor cu Ardere Internă (LTCOMAI) de la Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi (DART) al Universității Tehnice din Cluj-Napoca (UTCN). Metodologia ingineriei aplicate este implementată în secvențe pre-definite multiple (Fig. 3).

Faza inițială a investigației constă în configurarea standului, pompelor agentului de răcire și lubrifiantului, debitmetrului de motorină, modulul electronic de control, endoscopul, analizorului și opacimetrului pentru pregătirea tuturor echipamentelor necesare în realizarea studiului experimental.

În faza secundă a cercetării aplicate toate echipamentele configurate sunt puse în funcțiune și motorul de cercetare trebuie adus la valoarea temperaturii recomandate înainte de efectuarea studiilor experimentale. Protocoalele de testare efectuate automat și manual sunt repetate de mai multe ori cu fiecare tip de combustibil.

În a treia fază a protocolului cercetării experimentale toate echipamentele electronice de achiziție și post procesare înregistrează date și informații la capacitate maximă pentru a distinge și izola regimul optim de funcționare a motorului folosind tipuri specifice de combustibil. În această fază au fost menținute sub control și observație numărul injecțiilor, cantitatea de combustibil (principală și pilot), avansul ambelor jeturi, presiunea și durata injecției, valoarea lambda în funcție de turația, la o sarcină de 25% pentru a înregistra valorile

lambda value versus engine speed, at a 25% engine load in order to record all the optimal values of exhaust opacity. The final and maybe most interesting part of the present study consist in issuing important observations and concluding about the optimization effort and comparative investigation of smoke level in the CIE exhaust when supplied with different fuels. Interpretations made about the analyzed subject are developed on the basis of a close study with endoscopic cameras in the combustion chamber of SCCIRE used at the mentioned laboratory.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ANALYTICS

In the following pages are centralized and eloquently presented the comparative investigation results for exhaust opacity variations in different engine speeding conditions related to the fuel type and injection parameters. In table 1 are presented the analytics of engineering investigation developed on the SCCIRE using commercial diesel fuel euro 5 and B20 blend in different parameter setups.

optime ale opacității gazelor.

Ultima și probabil cea mai interesantă parte a studiului constă în formularea observațiilor importante și concluzionarea pe marginea efortului de optimizare și investigare comparativă a nivelului de fum în sistemul de evacuare al motorului cu aprindere prin comprimare când este alimentat cu diferite tipuri de combustibili. Interpretările realizate pe marginea subiectului analizat sunt construite pe baza unui studiu aplicat folosind camere endoscopice în camera de ardere a MAC monocilindric de cercetare în laboratorul menționat.

DATE ANALITICE ALE CERCETĂRII EXPERIMENTALE

În paginile care urmează sunt centralizate și elocvent prezentate rezultatele investigării comparative a variației opacității gazelor în condiții diferite de turație raportate la tipul de combustibil și parametri injecției. În tabelul 1 sunt prezentate datele analitice ale investigației ingineresti dezvoltate pe MAC monocilindric de cercetare alimentat cu motorină Euro 5 și amestec B20 în diferite condiții.

Table 1 / Tabelul 1

Comparative investigation analytic data / Rezultatele analitice ale investigației comparative

Engine speed [rev/min] / Turația, [rot/min]	Prail / Pres inj., [daN/cm ²]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	416	416	416	416
1250	469.7	469.7	469.7	469.7
1500	493.3	493.3	493.3	493.3
1750	515.3	515.3	515.3	515.3
1900	527.5	527.5	527.5	527.5
2000	541.3	541.3	541.3	541.3

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	Qpil / Cantit. pilot, [mg/cycle]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	1.35	1.35	1.25	1.15
1250	1.35	1.35	1.25	1.15
1500	1.35	1.35	1.25	1.15
1750	1.35	1.35	1.25	1.15
1900	1.35	1.35	1.25	1.15
2000	1.35	1.35	1.25	1.15

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	AnglePilot / Avans pilot, [°CA]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	19.87	19.87	22.12	22.12
1250	21	21	22.87	22.87
1500	22.5	22.5	22.5	22.5
1750	25.5	25.5	27	27
1900	29.26	29.26	30.75	30.75
2000	30.37	30.37	32.25	32.25

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	TiPilot / Timp pilot, [microsec]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	257.6	257.6	257.6	257.6
1250	236.8	236.8	236.8	236.8
1500	227.2	227.2	227.2	227.2
1750	222.4	222.4	222.4	222.4
1900	219.2	219.2	219.2	219.2
2000	217.6	217.6	217.6	217.6

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	CIE load / Sarcina MAC, [%]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	25	25	25	25
1250	25	25	25	25
1500	25	25	25	25
1750	25	25	25	25
1900	25	25	25	25
2000	25	25	25	25

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	Lambda			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	2.84	2.84	2.84	2.84
1250	2.9	2.9	2.9	2.9
1500	3.36	3.36	3.36	3.36
1750	3.4	3.4	3.4	3.4
1900	3.45	3.45	3.45	3.45
2000	3.7	3.7	3.7	3.7

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	Qmain / Cantit. Inj. Princip., [mg/cycle]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	10.63	10.63	10.63	10.63
1250	9.94	9.94	9.94	9.94
1500	9.38	9.38	9.38	9.38
1750	8.83	8.83	8.83	8.83
1900	8.5	8.5	8.5	8.5
2000	8.29	8.29	8.29	8.29

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	AngleMain / Avans inj. Princip., [°CA]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	2.25	2.25	2.25	2.25
1250	3.37	3.37	3.37	3.37
1500	4.5	4.5	4.5	4.5
1750	6.75	6.75	6.75	6.75
1900	8.62	8.62	8.62	8.62
2000	9.75	9.75	9.75	9.75

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	TiMain / Timp inj. Princip., [microsec]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	681.6	681.6	681.6	681.6
1250	601.6	601.6	601.6	601.6
1500	561.6	561.6	561.6	561.6
1750	532.8	532.8	532.8	532.8
1900	518.4	518.4	518.4	518.4
2000	507.2	507.2	507.2	507.2

Engine speed [rev/min] / Tur., [rot/min]	Opacity / Opacitate, [1/m]			
	Diesel	B20_N	B20_O	B20_OV
1000	2.746	2.4475	1.739	1.9365
1250	2.526	1.7595	1.6675	1.764
1500	1.85	1.5165	1.755	1.4625
1750	1.622	1.665	1.789	1.493
1900	1.738	1.7185	1.565	1.547
2000	1.748	1.6145	1.391	1.394

In figure 4 are presented in a graphic way the acquired experimental research results at any level of test run for each specific operating condition of SCCIRE, concerning the (Fig. 4 a) injection pressure in the rail and (Fig. 4 b) lambda value (available air in combustion chamber/necessary air for complete combustion) in correlation with engine speed (n). Meanwhile in figure 5 are represented the variation curves of the fuel quantities injected in the combustion chamber through pilot and main injections for every particular experimental condition of operation.

În figura 4 sunt prezentate grafic rezultatele cercetării experimentale în fiecare punct al testării pentru fiecare condiție specifică de funcționare a MAC, privitoare la presiunea de injecție în rampă (Fig. 4 a) și valoarea lambda (aerul disponibil/aerul necesar) (Fig. 4 b) în funcție de turația motorului (n). Totodată în figura 5 sunt reprezentate curbele de variație ale cantităților de combustibil injectat în camera de ardere prin jetul pilot și cel principal pentru fiecare dintre condițiile experimentale ale funcționării.

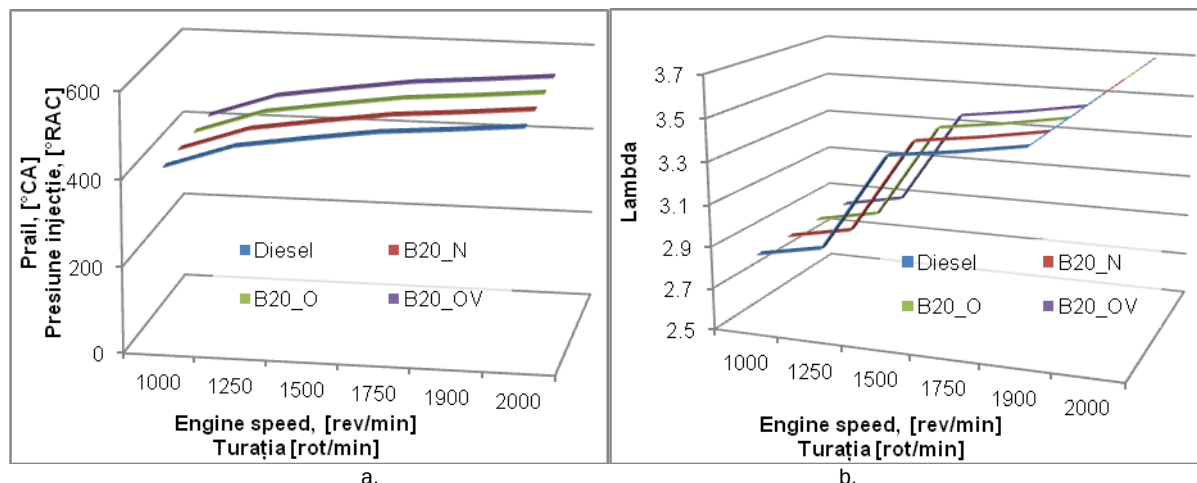


Fig. 4 - Variations of injection pressure and lambda level (available air/necessary air) in cylinder / Variația presiunii de injecție și valoarea lambda (aerul disponibil / aerul necesar)

There may be observed that on both injection pressure and lambda value the increasing engine speed has a proportional developing influence. The higher engine speed goes the higher injection pressure there is in the rail of the fuel supply system. In the same way there are the variation curves of lambda values.

In the default operational conditions pilot quantities (Fig. 5 a) are kept at the same level for diesel fuel and B20 fuel blend, but in the optimized situation B20_O and B20_OV (optimization by visual means of endoscopic camera) those quantities are lowered.

The main injection quantities were not modified between the specific operational conditions of research, but they have a variation in a type of decrease with engine speed.

Poate fi observat că atât asupra presiunii de injecție cât și asupra valorii lambda creșterea turației are o influență direct proporțională. Cu cât este mai mare turația motorului cu atât crește presiunea de injecție a combustibilului din rampa sistemului de alimentare. La fel sunt și curbele de variație ale valorilor lambda.

În condițiile operaționale standard cantitatea injecției pilot este constantă (Fig. 5 a) atât pentru motorină cât și pentru amestecul B20, dar în cazul utilizării B20_O și B20_OV (optimizare pe cale optică folosind camera endoscopică) acele cantități sunt micșorate.

Cantitățile injecțiilor principale nu au fost modificate în nici una dintre condițiile specifice de funcționare a cercetării, dar ele au înregistrat o variație de tip descrescător datorită regulatorului de turație.

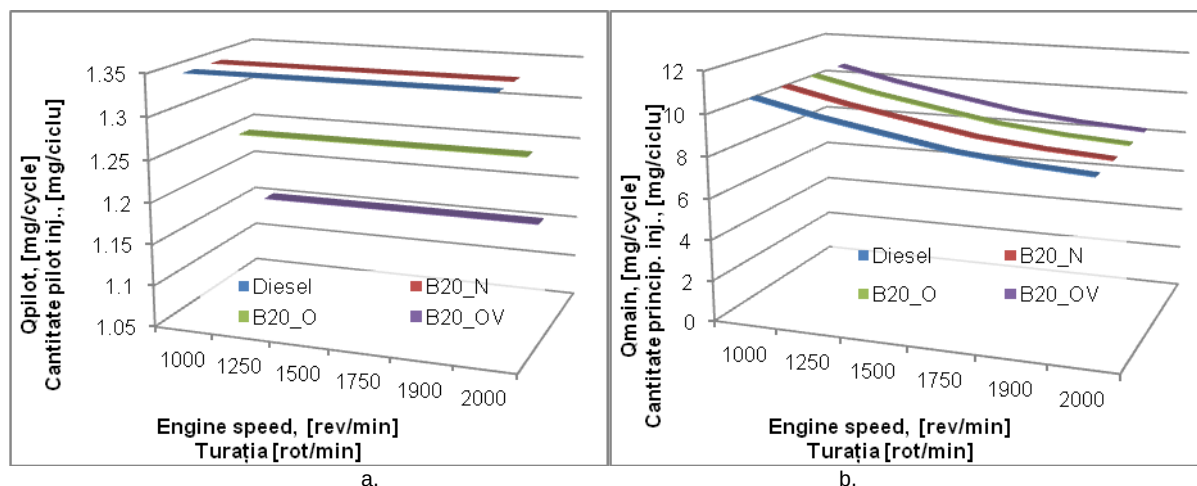


Fig. 5 - Variations of pilot and main injection fuel quantities sprayed in combustion chamber / Variațiile cantităților injecțiilor pilot și principale pulverizate în camera de ardere

In figure 6 are presented the variations of timing parameters for pilot and main injections in the combustion chamber. The crank angle at which fuel spray first enters the combustion chamber as a pilot or main injection increases at higher engine speeds in order to have enough time for initiation of combustion. Pilot timing ranges between $33 \pm 20^\circ \text{CA}$ meanwhile the main injection timing ranges between $10 \pm 2^\circ \text{CA}$. By studying the variations of timing levels there can be formulated each mathematical relation which precisely describes these tendencies and curves. Angle of pilot injection timing (A_p) correlated with the engine speed (n) in the case of using diesel fuel and default timing settings is put down in the following polynomial relation (with the factor of reliability $R=0.99$):

$$A_p(n^D) = 10^{-5}n^2 - 0.021n + 30.751 [^\circ \text{CA}] \quad (1)$$

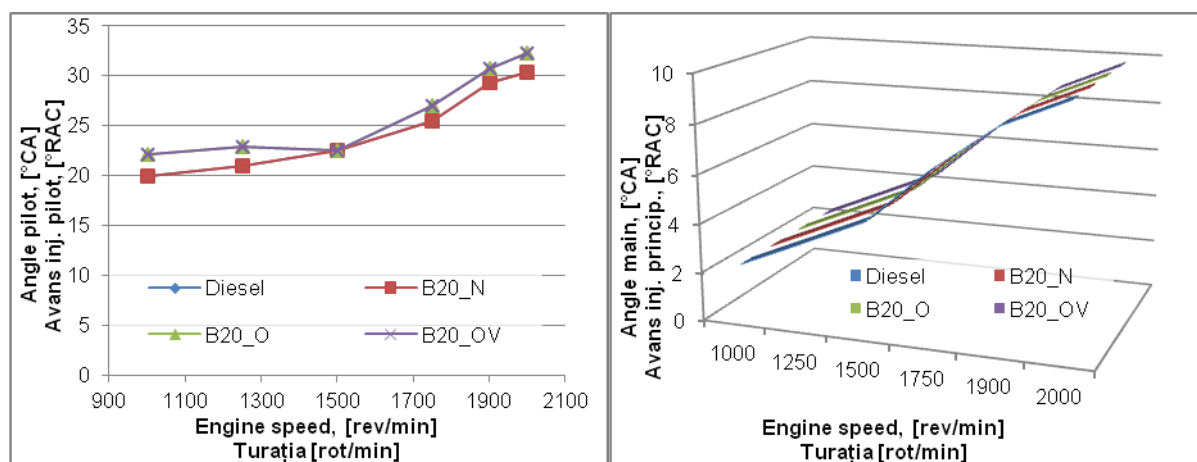


Fig. 6 - Variations of pilot and main injection timings / Variațiile avansurilor injectiei principale și pilot

Timing angle of pilot injection (A_p) versus the engine speed (n) when running on B20 blend in optimized conditions is expressed by the following polynomial equation:

$$A_p(n^{B20_O}) = 2 \cdot 10^{-5}n^2 + 0.038n + 44.782, [^\circ \text{CA}] \quad (2)$$

In figure 7 are represented the comparative investigation graphics of data variation concerning injection duration for pilot and main sprays. At higher speeds all cycles develop in ultra low time which influence also the injection pressure and duration, respectively the combustion process and smoke generation (through the level of carbon atoms oxidation). It may be pointed out that the fuel injection time has an inverse relation with engine speed, linked through the value of fuel rail pressure. As an effect of the engine speed increase at some points, the lowest value of injection time has been recorded at 2000 rev/min.

In figure 8 are represented the engine load and the opacity of exhaust gases in every point recorded of test run versus engine speed in order to express the loading operating conditions and the effects of number of working cycles on the smoke level in exhaust pipes.

Opacity in the case of diesel fuel (O_D) depending on the engine speed (n) is expressed as follows (with the factor of reliability $R=0.92$):

În figura 6 sunt prezentate variațiile parametrilor avansului pentru injectia pilot și cea principală în camera de ardere. Unghiul de rotație arbore cotit (RAC) la care jetul de combustibil pătrunde în camera de ardere ca injectie pilot sau principală crește la turații ridicate ale motorului pentru a avea suficient timp să inițieze arderea. Intervalul unghiurilor în care are loc injectia pilot este $33 \pm 20^\circ \text{RAC}$ în vreme ce injectia principală se înscrie în domeniul $10 \pm 2^\circ \text{RAC}$. Prin studierea variațiilor valorilor avansului la injectie poate fi formulată fiecare relație matematică care descrie precis aceste tendințe și curbe. Unghiul de avans al injectiei pilot (A_p) raportat la turația motorului (n) în cazul utilizării motorinei și a condițiilor standard de avans este transcris în relația polinomială următoare (cu un factor de încredere $R=0.99$):

Unghiul de avans al injectiei pilot (A_p) în funcție de turația motorului (n) în timpul funcționării cu amestec de motorină și metil ester de rapită B20 în condiții optimizate este exprimat prin următoarea ecuație polinomială:

În figura 7 sunt reprezentate graficele investigației comparative ale variației rezultatelor privind durata injectiei pentru jetul pilot cel principal. La turații mai mari toate ciclurile funcționale se dezvoltă într-un timp foarte scurt fapt care influențează de asemenea presiunea și durata injectiei, respectiv procesul de ardere și formarea fumului (prin intermediul mecanismului de oxidare a atomilor de carbon). Poate fi menționat că durata injectiei este într-un raport de inversă proporționalitate cu turația, prin intermediul valorii presiunii din rampă. Ca un efect al creșterii turației în anumite condiții, cea mai mică valoare a duratei injectiei s-a înregistrat la 2000 rot/min.

În figura 8 sunt reprezentate sarcina motorului și opacitatea gazelor de evacuare în fiecare punct al testării în funcție de turație pentru a exprima condițiile funcționale de încărcare și efectele numărului ciclurilor operaționale asupra nivelului de fum din galeriile de eşapament.

Opacitatea în cazul utilizării motorinei (O_D) raportată la turație (n) este exprimată prin relația (cu factorul de încredere $R=0.92$):

$$O_D(n) = 10^{-6}n^2 - 0.005n + 6.63, [1/m] \quad (3)$$

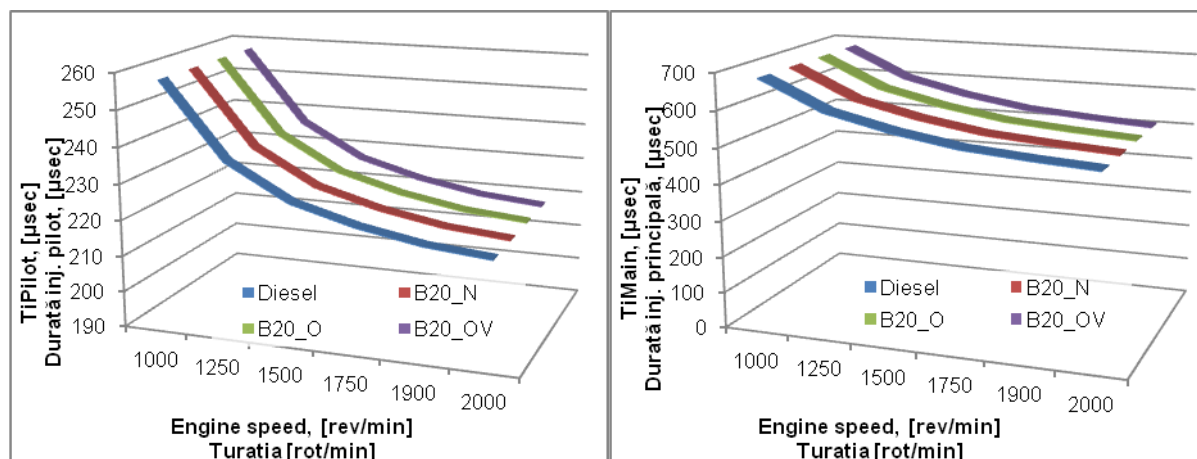


Fig. 7 - Variations of injection duration in different fuel type use and engine speeding conditions /
 Variațiile duratei injectiei în condițiile utilizării unor tipuri diferite de combustibili și turații ale motorului

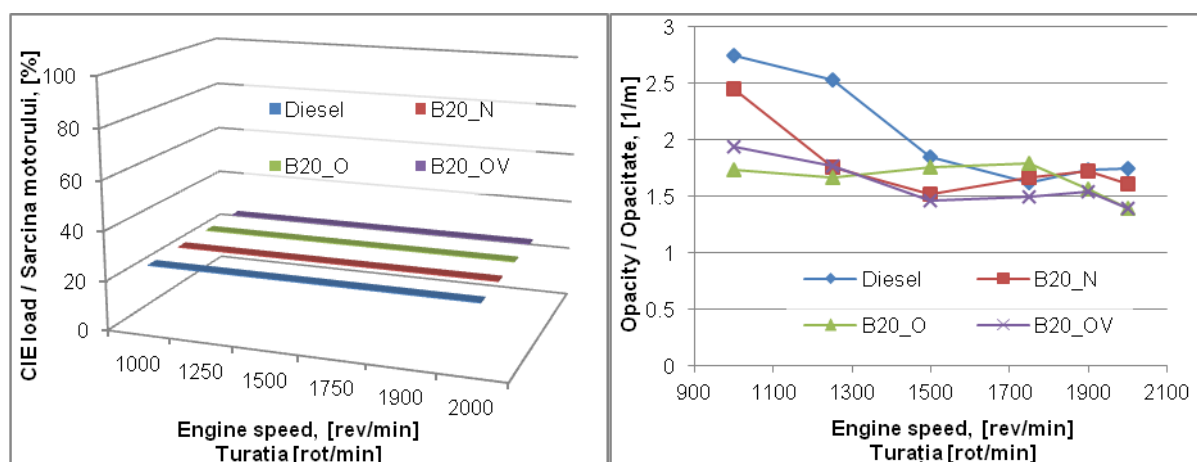


Fig. 8 - Variation of engine load and opacity level versus engine speed /
 Variația sarcinii motorului și nivelului de opacitate în funcție de turație

Opacity in the optimized operational situation supplied with B20 fuel blend (OB20_OV) versus engine speed (n) is defined by the following relation (with the factor of reliability $R=0.88$):

$$O_{B20_OV}(n) = 6 \cdot 10^{-7} n^2 - 0.002n + 3.64, [1/m] \quad (3)$$

In the figure 9 are represented in a synthetic way the opacity variations as functions of multiple operation parameters defining injection system performance.

In figure 9 a are traced the values of opacity level determined in relation with injection pressure from common-rail of the fuel supply system.

In figure 9 b the opacity is related to the lambda value of excedentary air for combustion.

In figure 9 c opacity of exhaust smoke is presented versus timing of the pilot injection.

In figure 9 d is opacity of exhaust gas represented in relation with main injection timing values.

In figure 9 e is pointed out the influence of fuel quantity introduced in main injection on the opacity level.

In the figure 9 f is shown the injection duration influence upon the opacity value.

Each one of the multiple operational parameters of fuel injection system has an individual specific mark upon the opacity value evolution curves in numerous exploitation conditions.

Opacitatea în cazul funcționării optimizate prin analiză endoscopică la alimentarea cu amestec B20 (OB20_OV) raportată la turație (n) se definește prin relația (cu factorul de încredere $R=0.88$):

În figura 9 sunt reprezentate într-un mod sintetic variațiile opacității ca funcții ale multiplilor parametri operaționali definind performanța sistemului de injectie.

În figura 9 a sunt trasate valorile nivelului de opacitate determinat în raport cu presiunea de injectie din rampa comună a sistemului de alimentare cu motorină.

În figura 9 b opacitatea este raportată la valoarea coeficientului lambda al excesului de aer pentru ardere.

În figura 9 c opacitatea fumului evacuate este prezentată în funcție de avansul injectiei pilot.

În figura 9 d opacitatea gazelor evacuate este prezentată funcție de valorile avansului injectiei principale.

În figura 9 e este evidențiată influența cantității combustibilului introdus de injectia principală asupra nivelului opacității.

În figura 9 f este prezentată influența duratei injectiei asupra valorii opacității.

Fiecare dintre parametri operaționali ai sistemului de injectie are o amprentă specific asupra modului de evoluție a opacității în variatele condiții de exploatare.

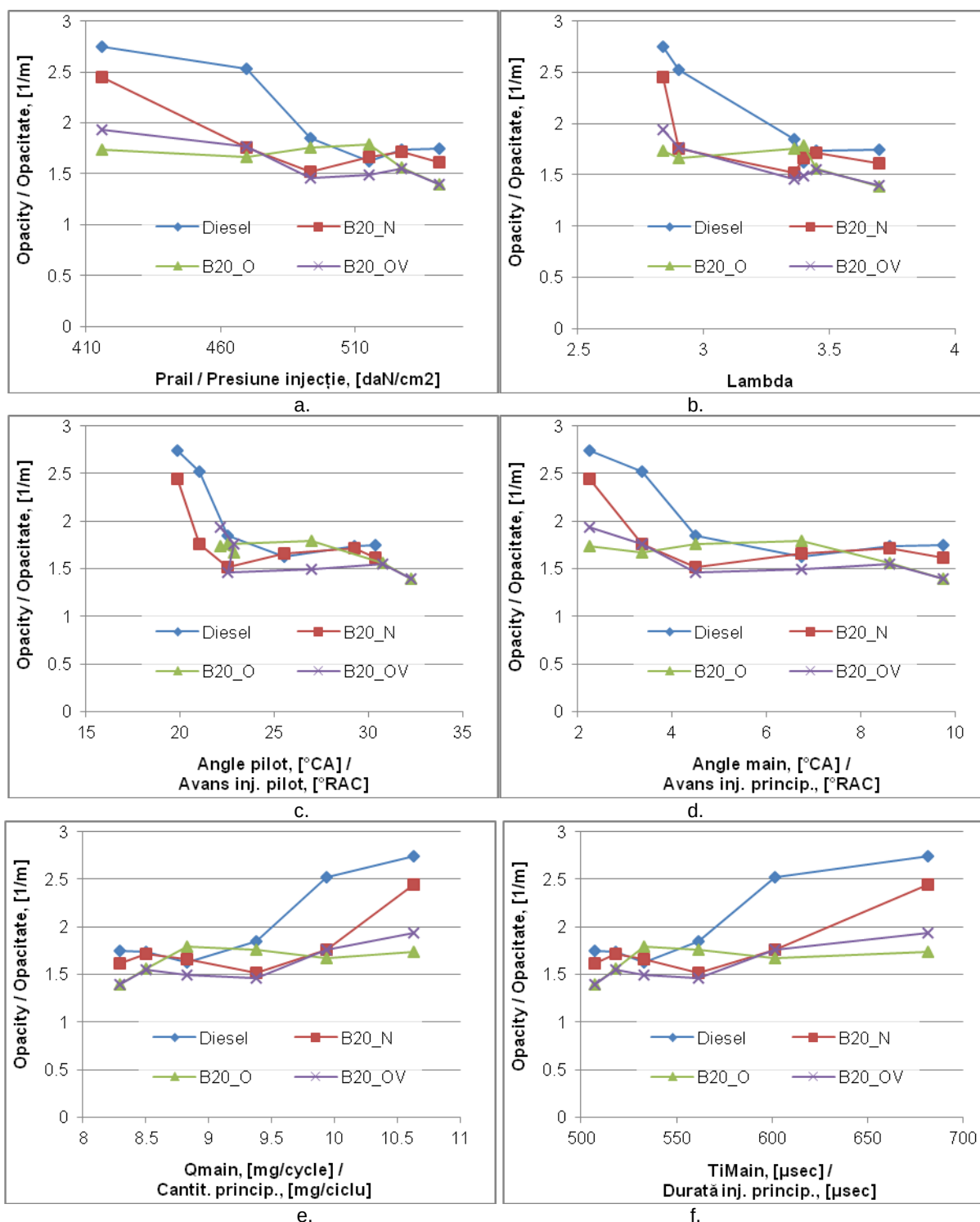


Fig. 9. Opacity comparative investigation versus engine and injection system operational parameters/ Investigarea comparativă a opacității în funcție de parametric funcționali ai motorului și sistemului de injecție

OBSERVATIONS AND FINAL CONCLUSIONS

After completing the comparative investigation of opacity level and other important factors which define the operational capacity and performance of the CIE and its injection system one may follow a conclusive action as it is presented below:

- direct common-rail injection in the CIE may be partitioned in more sprays that facilitate air-fuel mixture formation and consequently pollutant generation,
- rail injection pressure is a determining factor in penetration capabilities and homogenization of the

OBSERVAȚII ȘI CONCLUZII FINALE

După finalizarea investigației comparative a nivelului de opacitate și a altor factori importanți care definesc capacitatea operațională și performanțele MAC și sistemul de injecție al acestuia se poate realiza demersul concludiv așa cum se prezintă în continuare:

- injecția directă common-rail în MAC poate fi partiționată în jeturi multiple care influențează formarea amestecului carburant și apoi în consecință geneza poluanților,
- presiunea de injecție din rampă este un factor

spray particles,

- as fuel pressure increase the exhaust gas opacity is lowered, that may show the positive effect that high injection pressures have on pollutant reduction,
- time and quantity of injection have a negative effect on opacity level because in both cases with more fuel that enters the combustion chamber more smoke is determined in exhaust gases,
- in some particular cases there were expressed also the mathematical relations which accurately describe the variation of opacity in dependence with operational parameters,
- injection timing which increases the angle of injection start advance has a positive effect on reducing opacity of the exhaust gases,
- optimization process of the opacity values in relation with operational parameters of injection system takes into account each particular condition especially the injection laws.

REFERENCES

- 1]. Burnete N., et all. – *Diesel engines and biofuels for urban transport*, ISBN 978-973-713-217-8, Publisher Mediamira, Cluj-Napoca, 2008.
- [2]. Mariaşiu F., – *Fuel injection modelling at compression ignition engines*, ISBN 973-9234-44-5, Publisher Sincron, Cluj-Napoca, 2001.
- [3]. Mariaşiu F., – *Contemporary Diesel engine. Processes. Construction. Calculus*, ISBN 973-9234-59-3, Publisher Sincron, Cluj-Napoca, 2005.
- [4]. ***, *Test Factory Utilities for IC Engines Testing*, <https://www.avl.com/test-factory-utilities-for-ic-engines-testing>

determinant în privinţa capacităţii de penetrare şi omogenizare a particulelor din cadrul jetului,

- pe măsura creşterii presiunii combustibilului scade opacitatea gazelor de evacuare, fapt care poate evidenţia efectul pozitiv al presiunilor mari de injecţie asupra reducerii poluanţilor,
- durata injecţiei şi cantitatea pulverizată au un efect negativ asupra opacităţii deoarece în ambele cazuri cu mai mult combustibil apare mai mult fum în gazele de eşapament,
- în unele cazuri au fost exprimate şi ecuaţiile matematice care descriu precis dependenţa variaţiei opacităţii cu parametri operaţionali,
- ajustarea în creştere a unghiului de avans la începerea injecţiei are un efect pozitiv asupra reducerii gazelor de evacuare,
- procesul de optimizare a valorilor opacităţii în raport cu parametri operaţionali ai sistemului de injecţie ia în considerare fiecare condiţie particulară în special legile injecţiei.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Burnete N., et all – *Motoare Diesel şi biocombustibili pentru transportul urban*, ISBN 978-973-713-217-8, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2008.
- [2]. Mariaşiu F., *Modelarea injecţiei de combustibil la motoarele cu aprindere prin comprimare*, ISBN 973-9234-44-5, Editura Sincron, Cluj-Napoca, 2001.
- [3]. Mariaşiu F., *Motorul diesel contemporan. Procese. Construcţie. Elemente de calcul*, ISBN 973-9234-59-3, Editura Sincron, Cluj-Napoca, 2005.
- [4]. ***, *Utilităţi de testare pentru MAI*, <https://www.avl.com/test-factory-utilities-for-ic-engines-testing>

RESEARCH REGARDING THE EVOLUTION OF SUSPENDED PARTICULATE MATTER EMISSIONS IN CLUJ COUNTY IN THE PERIOD BETWEEN 2009 - 2012

CERCETARI PRIVIND EVOLUTIA EMISIILOR DE PULBERI IN SUSPENSIE PE PERIOADA 2009 - 2012 IN JUDETUL CLUJ

Lecturer Eng. Ivan I., PhD, Ass. Prof. Eng. Muresan I., PhD, Ass. Prof. Eng. Jurco A. N., PhD

- Technical University of Cluj - Napoca -
Tel: 0264-401675; E-mail: ivanilarie@yahoo.com

Abstract: This paper presents the study of the evolution of air pollution in the city of Cluj - Napoca, conducted in the period between 2009-2012. Thus, the values of PM_{10} (particulate matter), $PM_{2.5}$ (particulate matter) and TSP (sedimentable particulate matter) parameters were monitored using modern equipments called continuous air quality monitoring stations, provided with automatic equipment for the measurement of the main air pollutants.

After carrying out a comparative analysis, it was found that in the period between 2009-2010, the limit values were exceeded mainly due to traffic, construction works, application of anti-skid materials and stationary sources as a result of the increased industrial activity in the county.

However, in the period between 2011-2012, pollution in the city of Cluj - Napoca decreased in case of most parameters.

According to the analyzed data, a series of proposals have been developed in order to improve the environmental management and to reduce air pollution.

Keywords: environment, monitoring stations, sedimentable particulate matter, air quality, air pollutants.

INTRODUCTION

Air pollution has been the great challenge of the last decades, on one hand due to the aggressiveness of some pollutants for human health, and on the other hand due to their impact on all environmental components: air, water, soil and vegetation.

The unwanted phenomena of pollution are consequences of an irrational industrial development, proving that the environment cannot assimilate anymore the enormous waste quantities resulted from different industrial activities.

When the source is situated in a highly populated urban area, the most important factor exposed to the direct action of the pollutants is the human factor, assimilating these pollutants from the atmosphere by inhalation. Power stations, especially the thermal power stations using coal as fuel have a direct, critical and complex impact on the environmental factors of the neighboring area (atmosphere, water, soil, flora and fauna, food and living space). [3]

This research intends to highlight the evolution of the particulate matter emissions in the period between 2009 - 2012, also the effects of the pollution on the urban population and environment and last but not the least it wishes to elaborate some suggestions for the

Rezumat: Lucrarea prezintă studiul evoluției poluării aerului din municipiul Cluj-Napoca, realizat în perioada 2009-2012. Astfel, valorile parametrilor PM_{10} , $PM_{2.5}$ (pulberi în suspensie) și TSP (pulberi sedimentabile), au fost monitorizate cu ajutorul unor aparaturi moderne denumite stații de monitorizare continuă a calității aerului, dotate cu echipamente automate pentru măsurarea concentrațiilor principalelor poluanți atmosferici.

În urma analizei comparative, s-a constatat că, în perioada 2009-2010, s-au înregistrat depășiri ale valorii limită în special datorită traficului rutier, lucrărilor de construcție, aplicării materialului antiderapant și surselor fixe ca urmare a creșterii activității industriale din județ.

Cu toate acestea, în următoarea perioadă de timp 2011-2012, poluarea în municipiul Cluj-Napoca a scăzut la majoritatea parametrilor.

Conform datelor analizate, s-au elaborat o serie de propuneri în scopul îmbunătățirii managementului de mediu, respectiv scăderea poluării atmosferice.

Cuvinte cheie: mediu, stații de monitorizare, pulberi sedimentabile, calitatea aerului, poluanți atmosferici.

INTRODUCERE

Poluarea aerului reprezintă marea provocare a ultimelor decenii datorită, pe de o parte, agresivității poluanților asupra sănătății umane, dar și datorită impactului acestora asupra tuturor componentelor de mediu: aer, apă, sol și vegetație.

Fenomene nedorite ale poluării sunt consecințele ale unei dezvoltări industriale neraționale și dovedesc că mediul înconjurător nu mai poate prelua la nesfârșit multitudinea de deșeuri rezultate din diferite activități industriale.

Atunci când sursa este amplasată într-o zonă urbană dens populată, cel mai important factor expus la acțiunea directă a poluanților este factorul uman, care preia noxele din atmosferă prin inhalare. Instalațiile energetice, în special centralele termoelectrice care folosesc drept combustibil cărbunele, prezintă un impact complex asupra tuturor factorilor de mediu din zona învecinată acestora (atmosferă, apă, sol, floră și faună, aliment și habitat). [3]

Lucrarea își propune să scoată în evidență evoluția emisiilor de pulberi în perioada 2009-2012, efectele poluării asupra locuitorilor orașului și mediului înconjurător, cât și elaborarea unor propuneri de îmbunătățire a managementului de mediu în municipiul

improvement of environmental management in city of Cluj - Napoca in order to reduce pollution.

MATERIAL AND METHOD

The Regional Agency for Environmental Protection Cluj - Napoca had the chance, within the RO2002/000-586.04.12.03 project regarding the improvement of the National Network for Air Quality Monitoring, to place five automatic monitoring stations. Four of them have been placed in the city of Cluj - Napoca at the following locations:

- Monitoring Station CJ1 - Traffic - Aurel Vlaicu Street;
- Monitoring Station CJ2 - Urban - Constance Street;
- Monitoring Station CJ3 - Suburban - 1 Decembrie 1918 Boulevard;
- Monitoring Station CJ4 - Industrial - Dâmbovița Street, and the fifth, CJ5 - Urban - in the city of Dej, located at the intersection of the streets 21 Decembrie - Vasile Alecsandri.

The air monitoring equipment used in the county of Cluj is presented in Table 1.

Cluj-Napoca în scopul reducerii poluării.

MATERIAL ȘI METODĂ

Agentia Regională pentru Protecția Mediului Cluj-Napoca în cadrul proiectului RO2002/000-586.04.12.03, privind îmbunătățirea Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului, a beneficiat de amplasarea a cinci stații automate de monitorizare. Patru dintre acestea sunt amplasate în municipiul Cluj-Napoca, astfel:

- Stația de monitorizare CJ1 – Trafic – strada Aurel Vlaicu;
- Stația de monitorizare CJ2 – Urban – strada Constanța;
- Stația de monitorizare CJ3 – Suburban – Blvd. 1 Decembrie 1918;
- Stația de monitorizare CJ4 – Industrial – strada Dâmbovița; iar a cincea, CJ5 – Urban – situată în municipiul Dej, la intersecția străzilor 21 Decembrie – Vasile Alecsandri.

Aparatura folosită pentru monitorizarea aerului din județul Cluj-Napoca este prezentată în tabelul 1.

Equipment and techniques for determining the pollution in Cluj-Napoca / Aparatura și tehnicile de determinare a poluării în municipiul Cluj-Napoca

Table 1 / Tabel 1

The equipment used/Aparatura folosită	Determination method/Metoda de determinare
CO Analyzer Model 9830 B ME/ Analizor CO Model ME 9830 B	EN 14626 / EN 14626 Non-dispersive infrared photometry/Fotometrie cu radiație IR nedispersivă
Thermo Scientific Model 43i TLE 9850 B ME SO ₂ Analyzer/Analizor SO ₂ Thermo-Științific 43i TLE Model ME 9850 B	EN 14212 / EN 14212 UV fluorescence/Fluorescență în UV
Thermo Scientific Model 42i TL ME 9841 B NO _x Analyzer/Analizor NO _x Thermo-Științific 42i TL Model ME 9841 B	EN 14211 / EN 14211 Chemiluminescence/Chemiluminiscență
Thermo Scientific Model 48i TLE 9810 B ME O ₃ Analyzer/ Analizor O ₃ Thermo-Științific 48i TLE Model ME 9810 B	EN 14625 / EN 14625 UV photometry/Fotometrie în UV
PM ₁₀ Sampler and Analyzer model TECORA /Analizor Prelevator PM ₁₀ Model TECORA	EN 12341/ EN 12341 Gravimetric measurements/Măsurători gravimetrice

RESULTS

The suspended particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5}) and sedimentable particulate matter (TSP) are key indicators in the assessment of ambient air quality.

Further on the research presents the average concentrations of particulate matter during the years and also graphs that highlight the average, maximum and minimum values of the three elements in the period between 2009-2012.

REZULTATE

Pulberile în suspensie (PM₁₀, PM_{2.5}) și cele sedimentabile (TSP), reprezintă indicatori de bază în aprecierea calității aerului înconjurător.

În continuare se prezintă evoluția concentrațiilor medii de pulberi, în dinamică pe ani și graficele aferente care scot în evidență valorile medii, minime și maxime a celor trei elemente în perioada 2009-2012.

The evolution of annual average concentrations for PM_{10} , $PM_{2.5}$ and TSP indicators, in the county of Cluj, 2009-2012 /Evoluția concentrațiilor medii anuale pentru indicatorii PM_{10} , $PM_{2.5}$ și TSP, în județul Cluj, 2009-2012 Table 2 / Tabel 2

Indicators/ Indicatori	U.M.	2009	2010	2011	2012
PM_{10}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$				
$X_{\pm sx}$		25.99±2.27	27.30±2.09	22.22±1.65	28.32±2.56
S		10.66	10.04	7.74	9.83
V%		41.03	36.80	34.81	37.03
Min		7.01	12.98	12.02	19.09
Max		48.03	50.16	36.56	56.46
$PM_{2.5}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$				
$X_{\pm sx}$		22.41	20.52	27.24	17.95
S		11.09	6.98	12.54	9.05
V%		10.97	23.11	29.06	41.21
Min		18.18	9.80	14.08	3.63
Max		29.49	33.13	41.97	53.85
TSP	g/mp				
$X_{\pm sx}$		11.36±1.65	11.73±3.54	13.15±1.81	12.43±2.11
S		15.32	12.21	11.91	10.21
V%		11.64	15.01	8.09	25.43
Min		7.28	6.75	8.72	5.89
Max		18.48	21.45	17.46	32.34

Where/Unde: $X_{\pm sx}$ – average, average error /media, eroarea mediei; S – standard deviation /deviația standard; V% - variability/variabilitatea; Min – minimum/minim; Max – maximum/maxim [8].

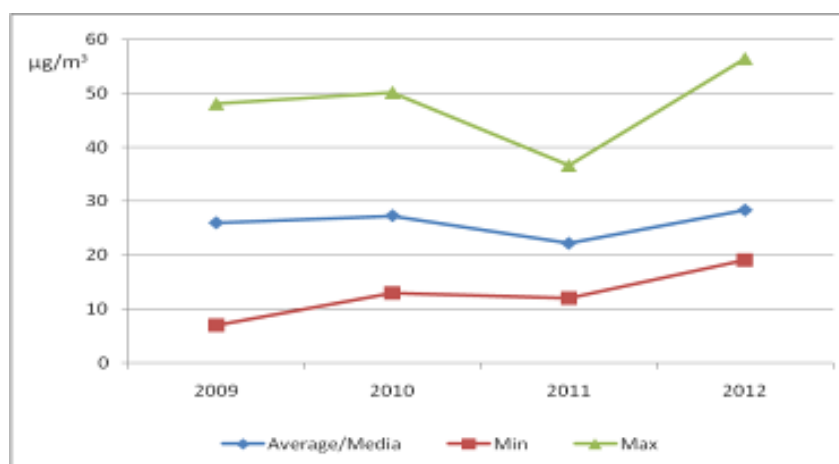


Fig. 1. The variation of PM_{10} indicator, 2009 – 2012 /Variația indicatorului PM_{10} , 2009 - 2012

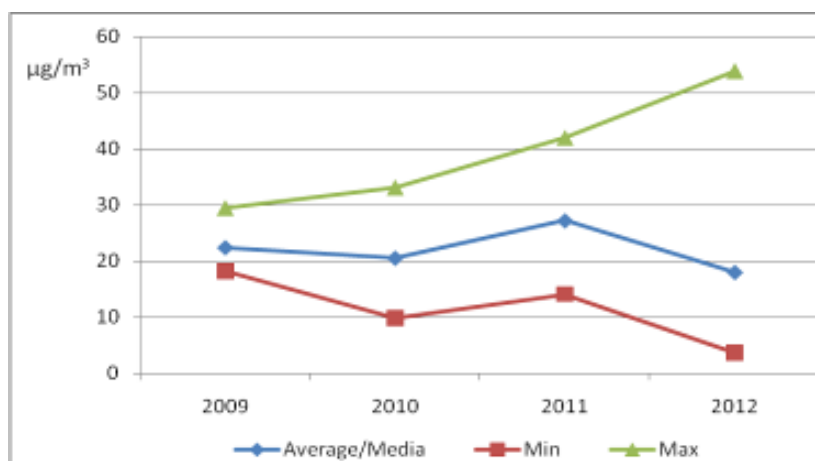


Fig. 2. The variation of PM_{2.5} indicator, 2009 – 2012 / Variația indicatorului PM_{2.5}, 2009 - 2012

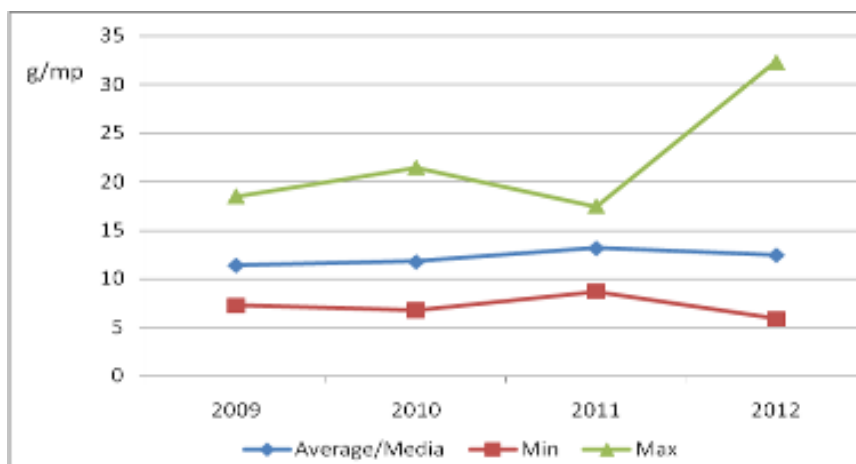


Fig. 3. The variation of TSP indicator, 2009 – 2012 / Variația indicatorului TSP, 2009 - 2012

According to CORINAIR 2009, it can be noticed that the PM₁₀ suspended particulate matter emissions originate mostly from agriculture, as a result of the application of fertilizers on crops and of the animal manure management.

According to the measurements carried out in the period between 2009 - 2012, there were recorded average PM₁₀ values between 22.2 µg/m³ – 28.32 µg/m³.

It can be observed that the maximum value was recorded in the year 2012, with a value of 56.46 µg/m³ and the minimum value was recorded in the year 2009 with a value of 7.01 µg/m³.

The evolution of the annual concentrations for indicator PM_{2.5} measured in Cluj county by the air quality monitoring stations revealed the following values, minimum and maximum, situated in the following concentration intervals:

2009 - min: 18.18 µg/m³ and max: 29.49 µg/m³

2010 - min: 9.80 µg/m³ and max: 33.13 µg/m³

2011 - min: 14.08 µg/m³ and max: 41.97 µg/m³

2012 - min: 3.63 µg/m³ and max: 53.85 µg/m³

One can observe a slight decrease in annual average concentrations for the PM_{2.5} indicator from 22.41 µm/m³ in 2009 to 20.52 µm/m³ in 2010, but in 2011 the amount increased significantly above the levels of 2009, to 27.24 µm/m³, in order to register in 2012 a significant decline to

Conform CORINAIR 2009, se observă faptul că în cea mai mare măsură emisiile de pulberi în suspensie (PM₁₀) provin din agricultură, în urma aplicării pe culturi a fertilizatorilor și din managementul deieșeurilor animale.

În urma măsurărilor efectuate în perioada 2009-2012 s-au înregistrat valori medii ale PM₁₀ cuprinse între: 22.22 µg/mc – 28.32 µg/mc.

Se poate observa că valoarea maximă a fost înregistrată în anul 2012, cu o valoare de 56.46 µg/m³ iar valoarea minimă a fost înregistrată în anul 2009 cu o valoare de 7.01 µg/m³.

Evoluția concentrațiilor anuale, pentru indicatorul PM_{2.5} măsurate în județul Cluj, cu ajutorul stațiilor de monitorizare a calității aerului, au pus în evidență următoarele valori, minime și maxime, care s-au situat în următoarele domenii de concentrații:

2009 – min: 18.18 µg/m³ și max: 29.49 µg/m³

2010 – min: 9.80 µg/m³ și max: 33.13 µg/m³

2011 – min: 14.08 µg/m³ și max: 41.97 µg/m³

2012 – min: 3.63 µg/m³ și max: 53.85 µg/m³

Se poate observa o ușoară scădere a concentrațiilor medii anuale pentru indicatorul PM_{2.5}, de la 22,41 µm/mc în anul 2009, la 20,52 µm/mc în anul 2010, însă în 2011 valoarea concentrațiilor a crescut mult peste cea din 2009, la 27,24 µm/mc, pentru ca în anul 2012 să se înregistreze

17.95 $\mu\text{m}/\text{m}^3$.

In the period between 2010-2011 a significant amount of TSP emitted into the atmosphere of the county of Cluj came from the activity of SC Samus Mex Dej, that is from the burning of wood waste in thermal power stations with the power of < 50MW.

In the city of Cluj - Napoca the concentrations of sedimentable particulate matter were 11.36 g/sqm in 2009, in 2010 and 2011 increasing to 13.15 g/sqm and in 2012 reaching the value of 12.43 g/sqm.

CONCLUSIONS

Studies carried out by the Environmental Protection Agency Cluj reveal that the county has some problems regarding the pollution of air, water and soil. The concentration values of suspended particulate matter and of heavy metals in particulate matters, according to A.P.M. Cluj, show that the permissible values were exceeded by 4.76 % and 38.10 % .

As a result of the comparative analysis carried out in the county of Cluj in the period between 2009-2012, it was found that the PM₁₀ particulate matter varies by month and season, the variation being influenced by the construction works, reparation of the streets in the city of Cluj - Napoca and the quality of anti-skid materials used in winter.

Another cause for exceeding the limit values recorded in the analyzed period of time is constituted by the stationary sources due to increased economic activity in the county during 2009-2010.

The results of the comparative study allow us to make the following recommendations to the administration of the county of Cluj and the city of Cluj - Napoca for the improvement of environmental management :

- Rehabilitation and modernization of infrastructure;
- Improvement of the sanitation of the city;
- Increase of green space and their proper maintenance;
- Creation of facilities for cycling;
- Use of hybrid Diesel-electric buses;
- Measures in case of exceeding the limit values for PM₁₀, PM_{2.5} and TSP indicators due to stationary sources.

The pollution level in the city of Cluj-Napoca dropped in case of most parameters, in the period between 2011-2012, due to the measures provided by the Integrated Program for Air Quality Management. [7]

This trend of decreasing air pollution, namely to improve ambient air quality will be felt for sure in the coming years, provided that the all the measures foreseen by PIGCA will be implemented.

REFERENCES

- [1]. Donald G. K., Cecilia, M. F. Biosphere, (2000) – *Protecting Our Global Environment*, Harper Collins College Publishers;
- [2]. Edwards A. J., (2001) *Environmental Certification Step by Step*, Oxford: Butterworth – Heinemann;
- [3]. Gavrilescu E., (2007) - *Sources of Pollution and Environmental Pollutants*, Ed. Sitech, Craiova;

o scădere semnificativă la 17.95 $\mu\text{m}/\text{mc}$.

În intervalul de timp 2010-2011 cantitatea semnificativă de TSP emisă în atmosferă la nivelul județ ului Cluj a provenit din activitatea S.C. Samus Mex Dej și anume de la arderea deș urilor lemnoase, în centrale termice cu puterea < 50MW.

În municipiul Cluj –Napoca, valoarea concentraț iilor de pulberi sedimentabile în anul 2009 a fost de 11.36 g/mp crescând în 2010 și i 2011 pâna la valoarea de 13.15 g/mp iar în anul 2012 să atingă valoarea de 12.43 g/mp.

CONCLUZII

Studiile efectuate de Agenț ia de Protecț ia Mediului Cluj, relevă faptul că județ ul are unele probleme în ceea ce priveș te poluarea aerului, a apelor și a solurilor. Valorile concentraț iilor de pulberi în suspensie și de metale grele din pulberi, conform A.P. M. Cluj, arată că au fost depăș ite valorile admise în proporț ie de 4,76%, respectiv 38,10%.

În județ ul Cluj, în urma analizei comparative a anilor 2009-2012, s-a constatat că pulberile PM₁₀ variază în funcț ie de lună și i sezon, variaț ia fiind influenț ată de lucrările în construcț ii, de reparare a astrăzilor din municipiul Cluj-Napoca, dar și de calitatea materialului antiderapant utilizat în sezonul rece.

O altă cauză a depăș irii valorilor limită înregistrate în intervalul de timp studiat, o constituie sursele fixe datorită creș terii activităț ii economice din județ în perioada 2009-2010.

Rezultatele studiului comparativ ne permite să facem următoarele recomandări către administrația județ ului Cluj și a municipiului reș edinț ă de județ în scopul îmbunătăț irii managementului de mediu :

- Reabilitarea și modernizarea infrastructurii;
- Îmbunătăț irea activităț ii de salubritate a oraș ului;
- Mărirea suprafeț elor de spaț iu verde și întret ținerea corespunzătoare a acestora;
- Crearea de facilităț i pentru deplasarea cu bicicleta;
- Folosirea autobuzelor hibride, diesel-electrice;
- Măsuri în cazul depăș irii valorilor limită pentru indicatorii PM₁₀, PM_{2.5} și TSP datorate surselor fixe.

Nivelul de poluare în municipiul Cluj-Napoca a scăzut la majoritatea parametrilor, în perioada 2011-2012, datorită aplicării măsurilor prevăzute de Programul Integrat de Gestionare a Calităț ii Aerului. [7].

Această tendinț ă de scădere a poluării atmosferice, respectiv de îmbunătăț ire a calităț ii aerului înconjurător, se va resimț i cu certitudine în următorii ani, în condiț iile în care măsurile prevăzute în PIGCA vor fi realizate în totalitate.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Donald G. K., Cecilia, M. F. Biosphere, (2000) – *Protejarea mediului înconjurător*, Harper Collins College Publishers;
- [2]. Edwards A. J., (2001) - *Certificare de mediu pas cu pas*, Oxford: Butterworth – Heinemann;
- [3]. Gavrilescu E., (2007) - *Surse de poluare și agenț i poluanț i ai mediului*, Ed. Sitech, Craiova;

[4]. Kakooei H., Kakooei AA (2007) - *Measurement of PM₁₀, PM_{2.5} and TSP Particle Concentrations in Tehran, Iran*, Journal of Applied Sciences 7(20), pp. 3081-3085;

[5]. Man C., Ivan I., (1999) - *Strategies in Waste and Residues Management*, Ed. Mesagerul, Cluj - Napoca;

[6]. Moldoveanu AM, (2005) - *Air Pollution with Particles*, Ed. Matrix Rom, Bucharest;

[7]. Environmental Protection Agency Cluj - Integrated Program for Air Quality Management;

[8]. Law no. 104 on Ambient Air Quality;

[9]. Emergency Ordinance no. 195 of 22 December 2005 on Environmental Protection;

[10]. Order no. 756 of 3 November 1997 for the Approval of the Regulation Regarding the Assessment of Environmental Pollution;

[11]. http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/wg_sen.pdf.

[4]. Kakooei H., Kakooei A. A., (2007) - *Measurement of PM₁₀, PM_{2.5} and TSP Particle Concentrations In Tehran, Iran*, Journal of Applied Sciences, 7(20), pp. 3081-3085;

[5]. Man C., Ivan I., (1999) - *Strategii în managementul deșeurilor și rezidurilor*, Ed. Mesagerul, Cluj - Napoca;

[6]. Moldoveanu A. M., (2005) – *Poluarea aerului cu particule*, Ed. Matrix Rom, București;

[7]. Agenția pentru Protecția Mediului Cluj - Programul Integrat de Gestionare a Calității Aerului;

[8]. Legea nr.104 privind calitatea aerului înconjurător;

[9]. Ordonanță de urgență nr. 195 din 22 decembrie 2005 privind protecția mediului;

[10]. ORDIN nr. 756 din 3 noiembrie 1997 pentru aprobarea reglementării privind evaluarea poluării mediului;

[11]. http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/wg_sen.pdf.

RESEARCH REGARDING AIR POLLUTION IN HUNEDOARA COUNTY

CERCETARI PRIVIND POLUAREA AERULUI IN JUDETUL HUNEDOARA

Conf. Ph.D. Eng. Ivan I., Assoc. Prof. PhD. Eng. Jurco A. N., Assoc. Prof. PhD. Eng. Muresan. I.
- UT Cluj Napoca -

Tel: 0264-401675; E-mail: ivanilarie@yahoo.com

Abstract: Romania's integration into the EU has established the need to improve environmental infrastructure, biodiversity conservation, a high level of environmental protection by reducing pollution and improving air quality and at the same time, appropriate measures to ensure yield necessary to combat pollution.

In accordance with this requirement within a project supported by the European Union, Hunedoara county benefited of five stations for monitoring air quality for the measurement concentrations of the main air pollutants: SO_2 , NO_x , SO_3 , CO , O_3 , NH_3 , PM_{10} .

In the context presented, this paper aims to be a comprehensive study of the evolution of air pollution in the period 2007-2012, in Hunedoara county, identifying the causes which have influenced the evolution and development of proposals and recommendations concerning a low pollution in this county.

Keywords: environmental, pollution, stations, quality indexes, national project, sulfur dioxide.

INTRODUCTION

Environmental quality matter is a complex issue, globally debated and consists of various aspects of human-nature relationship. So, it took into consideration not only the productive potential of environment but also the way life and consequently population health could be affected by some economic activities which could generate degradation processes and by consequence, environmental pollution.

Actually Romania is a country with 142 stations of air quality monitoring, endowed with automated equipments in order to measure the main air pollutants' concentrations. RNMCA (National Network for Air Quality Monitoring) consists of 41 local centers which collect and transmit data from stations to the public information panels. After the primary validation they are transmitting these data for certification to the National Reference Laboratory for Air Quality.

In the paper we were trying to study the evolution of air pollution from 2007 to 2012, also to identify the causes which influenced this evolution and to elaborate some measures to reduce the pollution in this county.

MATERIAL AND METHOD

Using a national project sustained by E.U. the Hunedoara county was endowed with 5 stations of monitoring, such as:

- ✓ HD – 1 station using urban fund – Deva, Carpați Street;
- ✓ HD – 2 station using industrial funds 1 – Deva, Zarandului Alley;
- ✓ HD – 3 station using industrial funds 1 – Hunedoara, Bikers Street;
- ✓ HD – 4 station using industrial funds 1 – Călan, Furnalistului Alley;
- ✓ HD – 5 station using industrial funds 1 – Vulcan, Mihai Viteazul Boulevard.

Based on data provided by the five automatic stations referred to above is calculated specific air quality index,

Rezumat: Integrarea României în U. E. a stabilit necesitatea îmbunătățirii infrastructurii de mediu, conservarea biodiversității, realizarea unui nivel ridicat de protecție a mediului, de reducerea poluării și îmbunătățirea calității aerului și, în același timp, adoptarea de măsuri adecvate pentru asigurarea randamentului necesar în combaterea poluării.

În conformitate cu această necesitate, în cadrul unui proiect susținut de Uniunea Europeană, județul Hunedoara a beneficiat de cinci stații de monitorizare continuă a calității aerului, pentru măsurarea concentrațiilor principalilor poluanți atmosferici: SO_2 , NO_x , SO_3 , CO , O_3 , NH_3 , PM_{10} .

În contextul celor prezentate, lucrarea de față se vrea a fi un studiu amplu al evoluției poluării aerului în perioada 2007-2012, în județul Hunedoara, identificarea cauzelor care au influențat evoluția și elaborarea unor propuneri și recomandări cu privire la realizarea unui nivel redus de poluare în acest județ.

Cuvinte cheie: mediu, poluare, stații, indici de calitate, proiect național, dioxid de sulf.

INTRODUCERE

Problema calității mediului este o noțiune complexă, îndelung dezbătută la nivel mondial și cuprinde numeroase aspecte ale relației om-natură. În această direcție se ține seama atât de potențialul productiv al mediului cât și de modul în care viața și implicit sănătatea populației pot fi afectate de consecințele unor activități economice care generează procese de degradare ce au ca rezultat poluarea mediului înconjurător.

În prezent în România sunt amplasate 142 stații de monitorizare continuă a calității aerului, dotate cu echipamente automate pentru măsurarea concentrațiilor principalilor poluanți atmosferici. RNMCA (Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului) cuprinde 41 de centre locale, care colectează și transmit panourilor de informare a publicului datele furnizate de stații, iar după validarea primară le transmit spre certificare Laboratorului Național de Referință pentru Calitatea Aerului (LNRCA) din cadrul Agenției Naționale pentru Protecția Mediului.

În lucrare ne-am propus studiul evoluției poluării aerului în perioada 2007-2012, identificarea cauzelor care au influențat evoluția și elaborarea unor propuneri de reducere a poluării în acest județ.

MATERIAL ȘI METODĂ

Printr-un proiect național susținut de Uniunea Europeană, județul Hunedoara a fost dotat cu 5 stații, prezentate mai jos:

- ✓ HD – 1 stație fond urban – Deva strada Carpați;
- ✓ HD – 2 stație fond industrial 1 – Deva, Calea Zarandului;
- ✓ HD-3 stație fond industrial 1 – Hunedoara, strada Bicicliștilor;
- ✓ HD – 4 stație fond industrial 1 – Călan, strada Furnalistului;
- ✓ HD – 5 stație fond industrial 1 – Vulcan, B-ul Mihai Viteazu.

Pe baza datelor furnizate de cele cinci stații automate la care se face referire mai sus se calculează Indicele

briefly indicate "specific", which is a coding system to levels recorded for each of the following pollutants monitored:

1. sulfur dioxide (SO₂)
2. nitrogen dioxide (NO₂)
3. ozone (O₃)
4. carbon monoxide (CO)
5. dust in suspension (PM₁₀)

The general index is established for each of automated stations integrated in National Network of Air Quality Monitoring as the biggest from the specific indexes of monitored pollutants.

Actually, RNMCA is analyzing permanently the sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen dioxide (NO₂), carbon monoxide (CO), ozone (O₃), dust in suspension (PM₁₀ and PM_{2,5}), benzene (C₆H₆) and lead (Pb) concentrations. Each station has as correspondent for air quality suggestive indexes established on the basis of the values of main measured air pollutants concentrations.

Particular attention is given concentration values approaching the limit values and alert thresholds. (Table 1). Exceeding these values will lead to the establishment of precise measures that have resulted in a reduction of these values and the classification parameters monitored in the maximum allowable limits.

specific de calitate a aerului, pe scurt indice "specific", care reprezintă un sistem de codificare a concentrațiilor înregistrate pentru fiecare dintre următorii poluanți monitorizați:

1. dioxid de sulf (SO₂)
2. dioxid de azot (NO₂)
3. ozon (O₃)
4. monoxid de carbon (CO)
5. pulberi în suspensie (PM₁₀)

Indicele general se stabilește pentru fiecare dintre stațiile automate din cadrul Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului, ca fiind cel mai mare dintre indicii specifici corespunzători poluanților monitorizați.

În prezent RNMCA efectuează măsurători continue de dioxid de sulf (SO₂), oxizi de azot (NO_x), monoxid de carbon (CO), ozon (O₃) particule în suspensie (PM₁₀ și PM_{2,5}), benzen (C₆H₆), plumb (Pb). Calitatea aerului în fiecare stație este reprezentată prin indici de calitate sugestivi, stabiliți pe baza valorilor concentrațiilor principalilor poluanți atmosferici măsurați.

O atenție deosebită se acordă valorilor concentrațiilor care se apropie de pragurile de alertă și valorile limită. (tabelul 1). Depășirea acestor valori va conduce la stabilirea unor măsuri precise care să aibe drept rezultat o diminuare a acestor valori și încadrarea parametrilor monitorizați în limitele maxime admisibile.

Table 1 / Tabelul 1 (1)

Law no. 104 from 15 of June, 2011 / LEGEA nr. 104 din 15 iunie 2011		
Sulfur dioxide/ SO ₂	Alert threshold/ Prag de alertă	500 μg/m ³ - measured 3 hours in a row, in representative points for air quality and for an area of 100 km ² at least or for an entire populated area, any of these is smaller / 500 μg/m ³ - măsurat timp de 3 ore consecutiv, în puncte reprezentative pentru calitatea aerului, pentru o suprafață de cel puțin 100 km ² sau pentru o întreagă zonă sau aglomerare, oricare dintre acestea este mai mică
	Critical level/ Nivel critic	20 μg/m ³ critical level for vegetation protection, within a calendar year and winter (October 1 st - March 31) / 20 μg/m ³ nivel critic pentru protecția vegetației, an calendaristic și iarna (1 octombrie-31 martie)
Nitrogen oxides/ NO ₂ , NH ₃	Alert threshold/ Prag de alertă	400 μg/m ³ - measured 3 hours in a row, in representative points for air quality and for an area of 100 km ² at least or for an entire populated area, any of these is smaller / 400 μg/m ³ - măsurat timp de 3 ore consecutiv, în puncte reprezentative pentru calitatea aerului, pentru o suprafață de cel puțin 100 km ² sau pentru o întreagă zonă sau aglomerare, oricare dintre acestea este mai mică
	Critical level/ Nivel critic	30 μg/m ³ NO _x - critical level for vegetation protection / 30 μg/m ³ NO _x - nivel critic pentru protecția vegetației
Ozone/ O ₃	Alert threshold/ Prag de alertă	240 μg/m ³ - daily 1 hour average / 240 μg/m ³ - media pe 1h
	Long-term objective/ Obiectiv pe termen lung	120 μg/m ³ long-term objective for human health protection (maximum daily 8-hour averages within a calendar year) / 120 μg/m ³ - obiectivul pe termen lung pentru protecția sănătății umane (valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore dintr-un an calendaristic.) 600 μg/m ³ × h (AOT40) long term objective for vegetation protection (may - july) 600 μg/m ³ × h (AOT40) - obiectivul pe termen lung pentru protecția vegetației (perioada de mediere: mai – iulie)
Sediment particles/ PM ₁₀	Limit values/ Valori limită	50 g/m ³ - the daily limit value for the protection of human health / 50 μg/m ³ - valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane 40 g/m ³ - the annual limit value for the protection of human health / 40 μg/m ³ - valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane
Sediment particles/ PM _{2,5}	Limit values/ Valori limită	25 g/m ³ - the annual limit value which have to be achieved by 1 January 2015 / 25 μg/m ³ - valoarea limită anuală care trebuie atinsă până la 1 ianuarie 2015 20 g/m ³ - the annual limit value which have to be achieved by 1 January 2020 / 20 μg/m ³ - valoarea limită anuală care trebuie atinsă până la 1 ianuarie 2020

RESULTS

Statistics of pollutants and polluting levels from 2007 to 2012, in Hunedoara County, is shown in table number 2 and afferent graph.

REZULTATE

Statistica poluanților și nivelul de poluare din perioada 2007-2012, la nivelul județului Hunedoara sunt evidențiate în tabelul 2 și graficul aferent

Table 2 / Tabelul 2

Statistics of pollutants from 2007 to 2012 / Statistica poluanților din 2007-2012

Poluant	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sulfur dioxide/SO ₂	45.6/45,6	39.7/39,7	22.9/22,9	16.5/16,5	12.4/12,4	25.6/25,6
Nitrogen oxides/NO _x	15.8/15,8	13.5/13,5	13.5/13,5	8.8/8,8	10.2/10,2	11.9/11,9
Volatile	12.4/12,4	7.7/7,7	6.6/6,6	5.5/5,5	9.6/9,6	4.5/4,5

organic compounds/ Compuși organici volatili						
Carbon monoxide/CO	7713.1/7713,1	6783.3/6783,3	4701.3/4701,3	4012.3/4012,3	4563.6/4563,6	5649.2/5649,2
Nitrogen dioxide/NO ₂	2005.6/2005,6	1739.8/1739,8	922.5/922,5	1214.9/1214,9	1321.6/1321,6	1256.3/1256,3
Ammonia/NH ₃	4.4/4,4	4.1/4,1	2.7/2,7	2.6/2,6	3.1/3,1	3.4/3,4

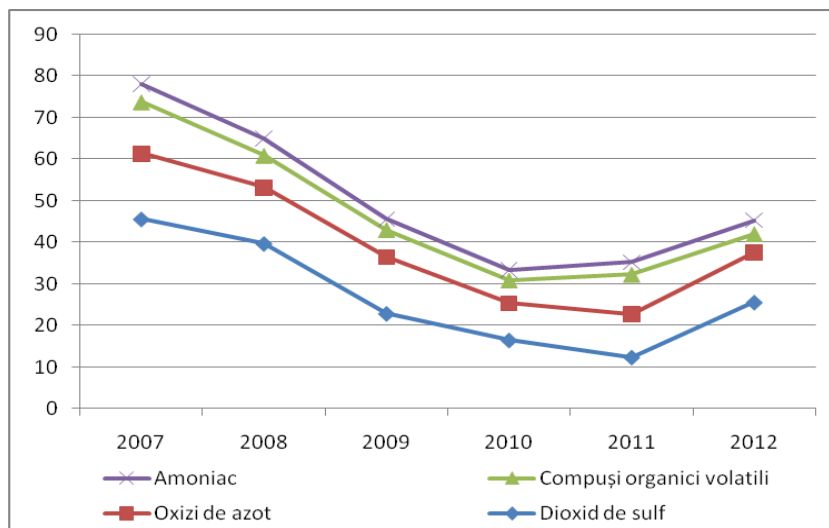


Fig. 1 - Polluting levels from 2007 to 2012 for NO₂, NH₃, CO, NO, SO₂
Nivelele de poluare 2007-2012 a NO₂, NH₃, CO, NO, SO₂

Analyzing data regarding air quality in 2007 (see graphic) it could be observed the fact that ammonia, carbon monoxide, nitrogen oxides and others substances pollution is very high, then it continued with a significant decrease until 2010-2011 next a slight increase in 2012.

The decline in the period 2008-2011 is based primarily on reducing industrial activity in the area and an increase in construction activities. Regarding 2012, increase concentration values are based on the heavy traffic in the area, knowing that Deva city is a high traffic area in relation to the country's western border.

CONCLUSIONS

Analyzing data it could be noticed that the pollution level is part of the admitted limits, not only in terms of soil but also of air and water.

The main gas pollutants of the atmosphere are the result of fossil fuels combustion: SO₂, NO_x, SO₃, CO, CO₂, and using stationary or mobile sources. As it could be seen on the graphic in 2007 the level of gas pollutants is very high, it continued with a gradually decrease until 2011, then a slight increase in 2012. The causes of these variations are represented by lower contribution due to emissions from industry or due to the closure of business units or the retrofitting them, followed by employment indicators monitored limit values allowed by law.

A significant contribution in increasing of concentrations monitored indicators it has carried heavy traffic in the area and skid material used in cold weather.

In these circumstances the establishment of measures to modernize transport, routing traffic ring road and we refer in particular to transit traffic, use of green non skid

În urma datelor privind calitatea aerului (prezentate în grafic) se poate observa că poluarea cu amoniac, monoxid de carbon, oxizi de azot și alte substanțe, în anul 2007 se afla la un nivel de poluare foarte ridicat urmând o scădere semnificativă până în 2010-2011 respectiv o ușoară creștere în anul 2012.

Scăderea înregistrată în perioada 2008-2011 se bazează în principal pe reducerea activității industriale din zonă și o creștere a activităților desfășurate în domeniul construcțiilor. Referitor la anul 2012, creșterea valorilor concentrațiilor au la bază traficul intens din zonă, știut fiind faptul că orașul Deva este o zonă intens circulată în relația cu granița de vest a țării.

CONCLUZII

În urma datelor obținute se poate observa că nivelul de poluare se încadrează în limitele admise de standardele în vigoare atât la nivelul solului cât și la cel al aerului și al apei.

Principalii poluanți gazoși ai atmosferei sunt rezultatul arderii combustibililor fosili: SO₂, NO_x, SO₃, CO, O₃, NH₃, PM₁₀, în surse staționare sau mobile. Graficul ne arată că pe perioada anului 2007 nivelul de poluanți gazoși este foarte ridicat urmând în general o scădere a acestora până în anul 2011 și o ușoară creștere în anul 2012. Cauzele acestor variații sunt reprezentate de diminuarea aportului datorită emisiilor provenite din industrie fie datorită închiderii unor unități economice, fie datorită re tehnologizării acestora, urmată de încadrarea indicatorilor monitorizați în valorile limită admise de legislația în vigoare.

Un aport semnificativ în creșterea concentrațiilor indicatorilor monitorizați îl are traficul intens desfășurat în zonă precum și materialul antiderapant utilizat în anotimpul rece.

În aceste condiții stabilirea unor măsuri care să vizeze modernizarea transportului în comun, dirijarea traficului pe centurile orașului și ne referim în special la traficul de tranzit, utilizarea unor

materials systematic movement of the towns would improve air quality.

Measurements carried out have shown that the degree of pollution of the atmosphere with gases and particles vary depending on the season, being higher in winter. A contribution in this respect have gas from heating homes population. Completion of projects on housing insulation would be another measure whose purpose would thereby reducing ambient environmental pollution.

REFERENCES

- [1]. Law 104/2011 on ambient air quality;
- [2]. Gavrilesco, E. (2007) - *Sources of pollution and environmental pollutants*, Ed Sitech, Craiova;
- [3]. *The national inventory of emissions of atmospheric pollutants*, National Institute of Statistics, Bucharest;
- [4]. Man C., Ivan I., (1999) - *Strategies in waste management and waste*, Ed. Messenger, Cluj Napoca;
- [5]. Marinescu D., (2003) - *Environmental Law Treaty*, Ed. All Beck, Bucharest;
- [6]. [http://www.asrm.ro/pdf/May-June_2011_legislative_updates_2011/Law no. 104_2011 ambient air quality.pdf](http://www.asrm.ro/pdf/May-June_2011_legislative_updates_2011/Law_no._104_2011_ambient_air_quality.pdf)

materiale antiderapante ecologice, sistematizarea circulației de prin orașe ar conduce la îmbunătățirea calității aerului.

Măsurătorile realizate au arătat că gradul de poluare al atmosferei cu gaze și pulberi diferă în funcție de anotimp, fiind mai mare iarna. Un aport în acest sens îl au și gazele provenite de la încălzirea locuințelor populației. Realizarea unor proiecte privind izolarea locuințelor ar fi o altă măsură al cărui scop s-ar traduce prin reducerea poluării mediului înconjurător.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Legea 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător;
- [2]. Gavrilesco, E. (2007) - *Surse de poluare și agenți poluanți ai mediului*, Ed. Sitech, Craiova;
- [3]. *Inventarul național de emisii de poluanți atmosferici*, National Institute of Statistics, București;
- [4]. Man C., Ivan I., (1999) - *Strategii în managementul deșeurilor și rezidurilor*, Ed. Mesagerul, Cluj Napoca;
- [5]. Marinescu D., (2003) – *Tratat de Dreptul mediului*, Ed. All Beck, București;
- [6]. [http://www.asrm.ro/pdf/noutăți_legislative-mai-iunie-2011/Lege nr. 104_2011 calitatea aerului înconjurător.pdf](http://www.asrm.ro/pdf/noutăți_legislative-mai-iunie-2011/Lege_nr._104_2011_calitatea_aerului_inconjurator.pdf)

ANALYZE OF THE SEQUENCES IN DESIGNING AND REALIZING OF A TESTBED WITH A COMPRESSION IGNITED ENGINE FOR AGRICULTURAL TRACTOR AND HYDRAULIC DYNAMOMETER FOR CHARACTERISTICS STUDY

ANALIZA ETAPELOR ÎN PROIECTAREA ȘI REALIZAREA UNUI STAND MOTOR CU APRINDERE PRIN COMPRIARE DE TRACTOR AGRICOL ȘI O FRÂNĂ HIDRAULICĂ PENTRU STUDIUL CARACTERISTICILOR

Asist. Ph.D. Eng. Băldean D.-L., Ph.D. Student Eng. Crișan M.-A., Eng. Gabrian C., Asist. Ph.D. Eng. Moldovanu D.

- UT Cluj Napoca -

Tel: 0264-401609; E-mail: Doru.Baldean@auto.utcluj.ro

Abstract: The applied mechanical engineering in the field of automotive and agricultural machinery and in particular for construction and testing of internal combustion engines that are installed on road vehicles, tractors and systems are directed toward the design, realizing and using the test beds in order to evaluate and analyze the operational processes and characteristics. The study of processes and characteristics of internal combustion engines are properly applied in laboratories or specifically equipped workshops with adequate test beds with the aid of which may be monitored the speed, torque, load, fuel hourly consumption and main pollutants, in order to be established energetic and ecologic performances and tested engine durability. In the present work are shown the main phases and problematic aspects of design and developing of a test bed with a tractor engine and hydraulic dynamometer for tracing the operational characteristics. Are analyzed the main possibilities and opportunities of liquid biofuels testing on a test bed with single cylinder research engine connected to a specific hydraulic brake.

Keywords: dynamometer, engine, performances, research, test bed, testing.

1. INTRODUCTION

In order to effectively test and study the performances and capabilities of internal combustion engines or in particular the compression ignited ones in fully controlled conditions there is necessary a specialized test bed that allows the researchers to command and record every operational aspect and to monitor the instantaneous values in order to outline the differences between all characteristics of each fuel type which is used in supply system (Fig. 1).

Rezumat: Ingineria mecanică aplicată în domeniul autovehiculelor și mașinilor agricole și în particular pentru construcția și testarea motoarelor cu ardere internă ce echipează autovehicule, tractoare și utilaje se canalizează asupra proiectării, realizării și utilizării standurilor de testare în vederea evaluării și analizei proceselor și caracteristicilor funcționale. Studiul proceselor și caracteristicilor motoarelor cu ardere internă se aplică într-un mod corespunzător în laboratoare sau ateliere specifice echipate cu standuri de testare adecvate cu ajutorul cărora se pot monitoriza turația, momentul, sarcina, consumul orar de combustibil și poluanții principali, astfel încât să poată fi stabilite performanțele energetice, ecologice și fiabilitatea motoarelor încercate. În lucrarea de față se prezintă etapele principale și aspectele problematice ale proiectării și realizării unui stand cu motor de tractor și o frână hidraulică pentru ridicarea caracteristicilor funcționale. Se analizează posibilitățile principale ale testării biocombustibililor lichizi pe un stand cu motor monocilindric pentru cercetare cuplat la frâna hidraulică.

Cuvinte cheie: cercetare, dinamometru, motor, performanțe, stand, testare.

1. INTRODUCERE

Pentru a testa efectiv și a studia performanțele și capacitățile motoarelor cu ardere internă sau în particular ale celor cu aprindere prin comprimare în condiții precis controlate este necesar un stand de testare specializat care să permită cercetărilor comanda și înregistrarea fiecărui aspect funcțional și monitorizarea valorilor instantanee pentru a evidenția diferențele dintre toate caracteristicile de la fiecare tip de combustibil care este utilizat în sistemul de alimentare (Fig. 1).

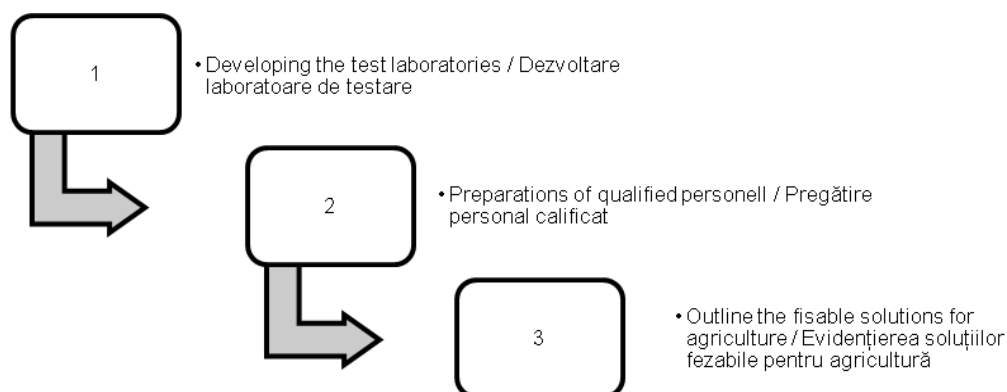


Fig. 1 - Interconnections of laboratory research and sustainable development of engines and biofuels use / Interconexiunile dintre cercetarea în laborator și dezvoltarea sustenabilă a motoarelor și utilizării biocombustibililor

Besides an introduction to the studied subject and the available materials there is a precise protocol which is followed in this paper in order to encompass the engineering work that was developed in the field (Fig. 2). Thus there was a designing and developing phase of a specialized test bed for engineering purposes, a sequence of determining and recording the engine operational characteristics, a specific step of analyzing the experimental tests results and the outlining of paper's final conclusions and original contributions in order to encourage the progress and research.



Fig. 2 – Final aim of the developed project /
Obiectivul final al proiectului dezvoltat

2. INFORMATION ABOUT PROJECT

Due to existence of some opportunities and conditions:

- necessity of laboratory improvement,
- constructive simplicity of single cylinder engine,
- easy to use and utility of a mobile test bed,

the paper aims toward the following specific objectives:

- connecting the engine and dynamometer,
- developing the new possibilities for mechanical engineering research,
- exploiting in the most efficient way the existing laboratory equipment and outlining the research possibilities of liquid biofuels in CI engines.

The research and design data were put together in a concise structure with a central objective (Fig. 4) and multiple operating sequences, consisting in the following:

- project design,
 - o engine analyze,
 - o dynamometer study,
 - o research of the connecting possibilities,
- project development and implementing,
 - o realizing the coupling of engine with dynamometer,
 - o configuring the test bed,
 - o tracing and recording the characteristics,
- analyzing the results and conclusions,
 - o study of the graphics,
 - o observations,
 - o final conclusions.

3. ENGINEERING SETTINGS

3.1. Test bed general configuration

For the purpose of developing the present engineering endeavor were assembled together following components (Fig. 5):

- a compression ignited engine,
- a small capacity dynamometer,
- a recording equipment.

Pe lângă introducerea în tematica studiată și în materialele disponibile există un protocol precis care a fost urmat în acest articol pentru a sintetiza activitatea inginerescă care a fost depusă în acest sector (Fig. 2). Astfel a fost o etapă de proiectare și dezvoltare a unui stand specializat de testare pentru obiective operaționale ingineresti, o fază de ridicare și înregistrare a caracteristicilor funcționale ale motorului, o secvență specifică de studiu a rezultatelor încercării experimentale și prezentarea a concluziilor finale și a contribuțiilor inovative ale lucrării pentru promovarea progresului și cercetării.

2. CONSIDERAȚII DESPRE PROIECT

Datorită existenței anumitor oportunități și condiții:

- necesitatea îmbunătățirii laboratorului,
- simplitatea constructivă a motorului monocilindric,
- facilitate și utilitatea unui stand mobil,

articolul se țintește către următoarele obiective specifice:

- conectarea motorului cu dinamometrul,
- dezvoltarea de noi posibilități pentru cercetarea în ingineria mecanică,
- exploatarea cât mai eficientă a echipamentelor de laborator existente și evidențierea posibilităților de cercetare a biocombustibililor în MAC.

Datele cercetării și proiectului au fost interconectate într-o structură concisă cu un obiectiv central (Fig. 4) și multe faze de operare, constând în următoarele:

- conceperea proiectului,
 - o analiza motorului,
 - o analiza dinamometrului,
 - o cercetarea posibilităților de cuplare,
- dezvoltarea și implementarea proiectului,
 - o realizarea cuplării motorului cu dinamometrul,
 - o configurarea standului,
 - o trasarea și înregistrarea caracteristicilor,
- analiza rezultatelor și concluziile,
 - o analiza graficelor,
 - o observațiile,
 - o concluziile finale.

3. PREGĂTIRI INGINEREȘTI

3.1. Configurarea generală a standului de testare

Cu scopul de a dezvolta prezentul demers ingineresc au fost conectate reciproc următoarele componente (Fig. 5):

- un motor cu aprindere prin comprimare,
- un dinamometru de mica putere,
- un echipament de înregistrat.

3.2. CI Engine technical data

The engine used in the experimental project has the following technical data:

- ❑ engine volumetric capacity: 510 cm³,
- ❑ engine power: 13 CP at 3000 rpm,
- ❑ model year: 2006,
- ❑ usage: 300 hours,
- ❑ exploitation kind: test bed,
- ❑ technical inspections periodically,
- ❑ no engine deteriorations,

Medium consumption: 1,5÷2,2 l/h km.

3.2. Specificații tehnice ale MAC

Motorul utilizat în proiectul experimental are următoarele specificații tehnice:

- ❑ capacitate volumică a motorului: 510 cm³,
- ❑ puterea motorului: 13 CP la 3000 rpm,
- ❑ model de fabricație: 2006,
- ❑ utilizare: 300 ore,
- ❑ tipul exploatării: stand de testare,
- ❑ inspecții tehnice periodice,
- ❑ fără defecțiuni,

Consum mediu: 1,5÷2,2 l/h km.

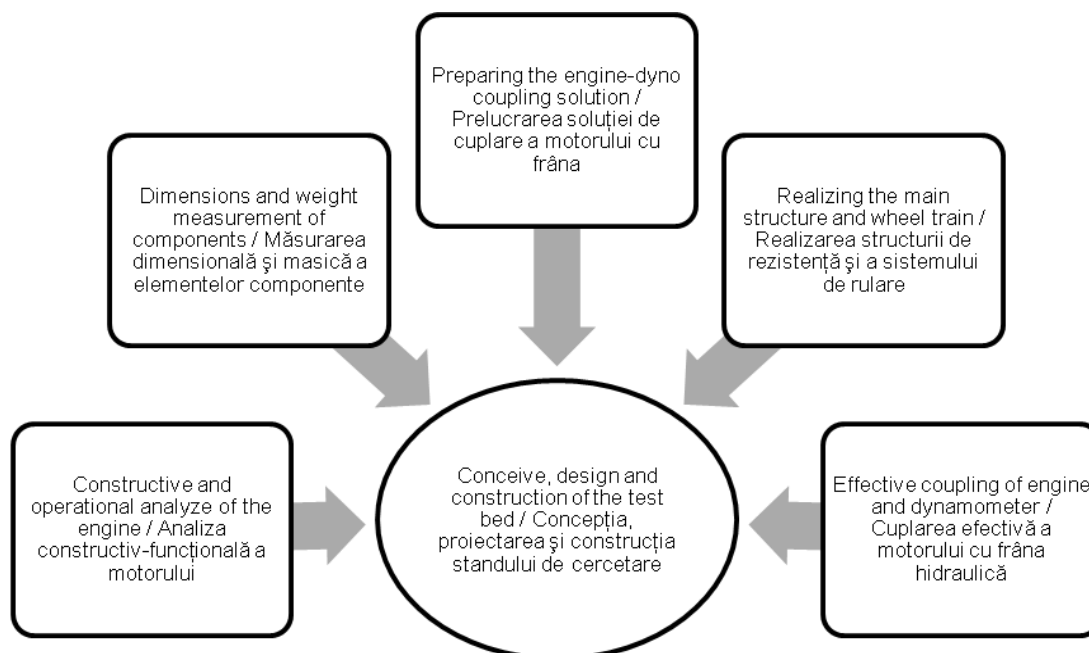


Fig. 3 - Main objective of the engineering work / Obiectivul principal al lucrării ingineresti

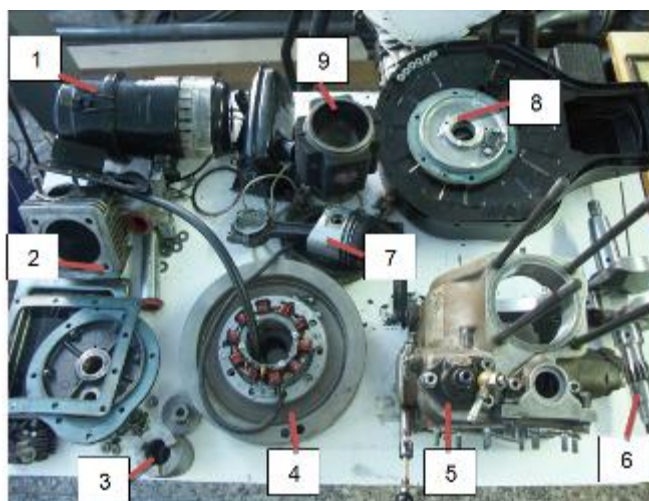


Fig. 4 - Lombardini tractor engine assembly dismounted for analyze / Ansamblul motorului tractorului Lombardini demontat pentru studiu

- 1 - Air filter assembly / ansamblul filtrul; 2 - Cylinderhead / Chiulasa; 3 - Coupling of engine / Cuplajul motorului; 4 - Fly wheel / Volanta; 5 - Engine case / Carterul; 6 - Crankshaft / Arborele cotit; 7 - Piston assembly / Ansamblul piston; 8 - Engine start system assembly / Sistemul de pornire; 9 - Cylinder / Cilindrul.

3.3. Coupling the engine and dynamometer

The engine-dynamometer coupling is made possible with a specific assembly on the crankshaft (Fig. 5) and thread. The crankshaft is properly manufactured in order to

3.3. Cuplarea motorului cu dinamometrul

Cuplarea motorului cu frâna este realizată cu un ansamblu specific pe arborele cotit (Fig. 5) și prin asamblare filetată. Arborele cotit este prelucrat adecvat pentru a fi cuplat

be coupled adequately with the dynamometer for loading the engine and determine the capable engine torque and power. The test bed structure is manufactured with specific damping and shock absorbing solutions (Fig. 6). The engine timing mechanism is properly adjusted with the manufacturers' technical specifications in order to ensure the nominal output operating power (Fig. 7). The test bed infrastructure has to be properly manufactured for aligning the crank shaft with the dynamometer axis.

corespunzător cu frâna dinamometrică pentru încărcarea motorului și determinarea puterii și cuplului capabil al acestuia. Structura standului de testare este realizată cu soluții specific de amortizare și absorbție a vibrațiilor (Fig. 6). Mecanismul de distribuție este reglat în funcție de specificațiile tehnice ale producătorului pentru a asigura furnizarea puterii efective nominale (Fig. 7). Structura standului a trebuit să fie corespunzător prelucrată pentru alinierea arborelui cotit cu axa frânei dinamometrice.

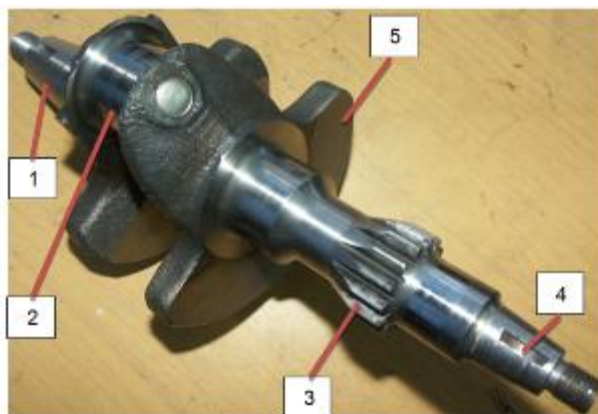


Fig. 5 - Crankshaft assembly / Arborele cotit

1 - Crankshaft accessory end / Capătul arborelui cotit; 2 - Shaft bearing / Fusul maneton; 3 - Timing gear / Pinion pentru distribuție; 4 - Dynamometer coupling area / Zona de cuplare cu frâna; 5 - Crankshaft weights / Contragreutăți.



Fig. 6 - Test bed structure / Structura standului de testare

1 - Past broken wheels / Roțile vechi deteriorate; 2 - Rubber bumper / Amortizor din cauciuc; 3 - New wheel system / Sistem de rulare nou; 4 - Dynamometer coupling / Cuplajul frânei; 5 - Test bed support wheels / Roțile de susținere ale standului, 6 - Test bed structure / Structura standului.

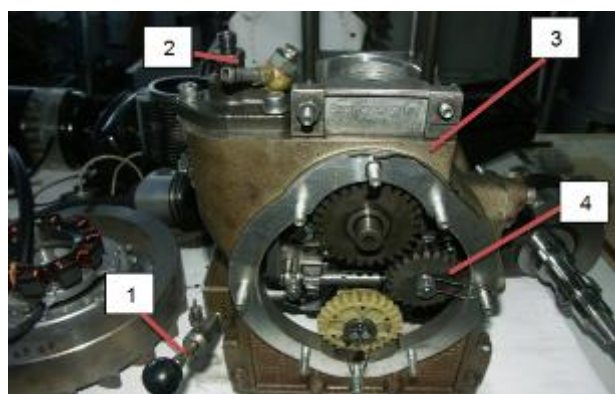


Fig. 7 - Timing mechanism adjustment / Fixarea mecanismului de distribuție

1 - Accelerator / Dispozitiv de reglare a sarcinii motorului; 2 - Injection pump / Pompă de injecție; 3 - Cylinder block / Blocul cilindrilor; 4 - Timing wheels / Pinioanele mecanismului de distribuție.

3.4. Experimental research methodology

Experimental research which forms the core of this work is composed from two main successive phases: first sequence consisting in realizing the resistance structure of the test bed, developing the aligning solutions of the single cylinder research engine with hydraulic brake (mechanical operations of manufacturing, assembling and milling processes) and machining of the crank shaft coupling in order to realize the assembling of engine with the brake; on the other hand the second phase being represented by effective developing of engine speed characteristic for a given engine load, demonstrating thus the complete achievement of targeted objectives from the beginning.

First phase of the experimental part in which was realised the test bed structure starts from the imposed solutions in the designing sequence, knowing the engine mass, of specified materials used in realizing the metallic construction, bars' profile, types of assembling screws, the model of part elastic wheels which constitutes the new test bed wheel system, dynamometer dimensions and its assembling conditions with the engine.

The second phase of experimental part in which was realized the procedure of developing the CI engine characteristics starts from aligning and assembling the engine with the dynamometer, verifying the screws, inspecting the test bed wheel brakes system for eliminating the displacement possibilities of the engine in operational interval, starting the engine, establishing the engine load at which characteristic development is realized, engine warming in operation to the nominal temperature, inspection of the fuel gravimetric consumption measurement installation, establishing engine speed values for taking the performances measuring points and effective collecting process of experimental data depending on a main parameter variation, engine speed for example.

After analyzing and configuring the engine in order to be mounted on the test bed, research methodology stipulates that a specific protocol in experimental endeavor should be applied (Fig. 8).

3.4. Metodologia cercetării experimentale

Cercetarea experimentală care constituie nucleul acestei lucrări se compune din două faze principale succesive: prima etapă constând în realizarea structurii de rezistență a standului, dezvoltarea soluțiilor de aliniere a motorului monocilindric de cercetare cu frâna hidraulică (operații mecanice de lăcătușerie, prelucrări prin aşchiere și asamblări) și prelucrarea prin frezare a canalului de pană și a semicuplajului pentru conectarea motorului cu frâna; iar apoi a doua etapă fiind reprezentată de ridicarea efectivă a caracteristicii de turație a motorului pentru o sarcină dată a motorului, demonstrând astfel realizarea completă a obiectivelor impuse încă de la începutul lucrării.

Prima etapă a părții experimentale în care s-a realizat structura standului pornește de la soluțiile impuse în etapa de proiectare, cunoscându-se masa motorului, a materialelor specifice utilizate în realizarea construcției metalice, profilul barelor, tipul de șuruburi pentru asamblare, modelul de roți parțial elastice care constituie noul sistem de rulare al standului, dimensiunile frânei și condițiile de asamblare ale acesteia cu motorul.

A doua etapă a părții experimentale în care s-a realizat procedura de ridicare a caracteristicilor motorului cu aprindere prin comprimare pleacă de la alinierea și asamblarea motorului cu frâna hidraulică, verificarea asamblărilor filetate, verificarea sistemului de frânare a roților standului pentru a elimina posibilitățile de deplasare a motorului în timpul funcționării, pornirea motorului, stabilirea sarcinii la care se realizează ridicarea caracteristicii, încălzirea motorului în funcționare până la temperatura nominală, verificarea instalației de măsurare gravimetrică a consumului de combustibil, stabilirea valorilor turației în care se realizează puncte de măsurare a performanțelor și colectarea efectivă a datelor experimentale în funcție de variația unei mărimi principale, de exemplu turația.

După analiza și configurarea motorului pentru a fi montat pe structura standului, metodologia de cercetare stipulează că se va aplica un protocol specific în demersul experimental (Fig. 8).

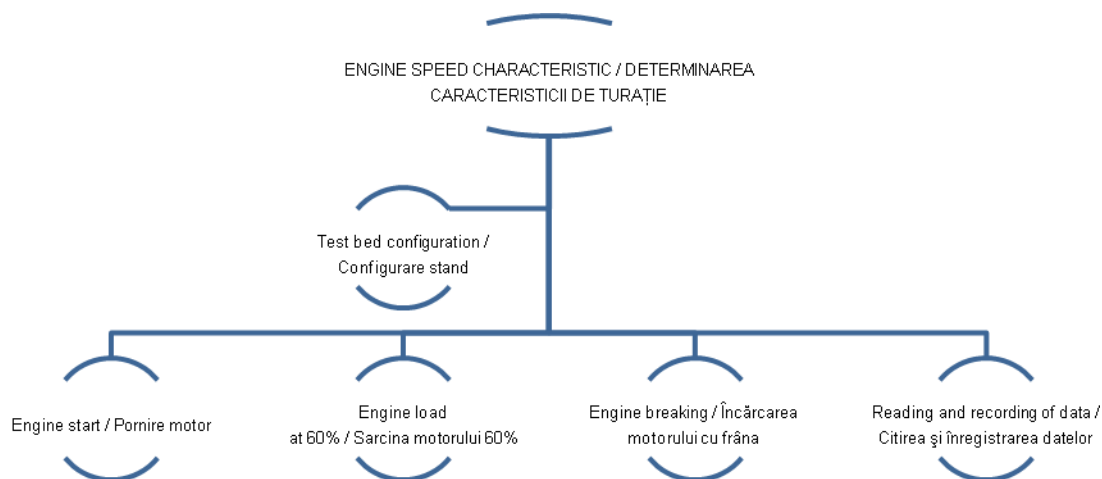


Fig. 8 - Main phases of engine characteristics determination / Etapele principale ale determinării caracteristicii de turație

The research protocol was all developed and implemented on the test bed (Fig. 9) designed and realized on the basis of mentioned project.

Analyze protocol stipulates that in order to determine an engine speed characteristic initially is realized the test bed configuration for research development, then engine has been started, engine load was established at 60%, the engine has been braked, data has been read and

Protocolul cercetării a fost dezvoltat în întregime și implementat pe standul de testare (Fig. 9) proiectat și realizat pe baza proiectului menționat.

Protocolul de analiză prevede că în vederea determinării caracteristicii de turație inițial se realizează configurarea standului pentru dezvoltarea cercetării, apoi s-a pornit motorul, s-a stabilit sarcina la 60%, s-a încărcat motorul cu frâna, s-au citit și s-au înregistrat datele după

recorded after that were formulated the observations and conclusions concerning the collected data variation trend.

care s-au formulat observațiile și concluziile în ce privește tendința de variație a valorilor achiziționate.



Fig. 9 - Single cylinder research engine test bed / Standul de testare cu motor monocilindric.

4. RESULTS ANALYSIS

As the studies on the specified test bed were developed in an accurate manner and specific direction (highlighting the influence of engine speed on the main output performances), below are recorded the engine torque, effective power and specific fuel consumption. Thus in table 1 are presented the values of experimental study concerning the engine speed characteristic and output performances at six points of measurement.

4. ANALIZA REZULTATELOR

Pe măsura derulării studiului pe standul de testare specific au fost dezvoltate într-un mod precis și pe o direcție clară (evidențind influența turației asupra performanțelor principale furnizate), au fost înregistrate mai jos cuplul motor, puterea efectivă și consumul specific efectiv. Astfel în tabelul 1 sunt prezentate valorile studiului experimental privind caracteristica de turație și performanțele furnizate în șase puncte de măsurare.

Table 1 / Tabelul 1

Values recorded for the engine speed characteristics / Valorile înregistrate pentru caracteristica de turație a motorului

Nr. crt.	Torque / Cuplul M_e [Nm]	Engine speed / Turația n [rpm]	Effective power / Putere efectivă P_e [kW]	Specific consumption / Consum Specific, C_e [kg/kWh]
1	1.5	2400	0.38	1.130
2	5	2300	1.20	0.568
3	10	2190	2.29	0.348
4	15	2140	3.36	0.328
5	20	2125	4.45	0.317
6	25	2050	5.37	0.321

In the figure 10 are represented the torque and power values for the engine speed characteristic at a 60% constant engine load.

În figura 10 au fost reprezentate valorile momentului motor și ale puterii pentru caracteristica de turație la o sarcină constantă de 60%.

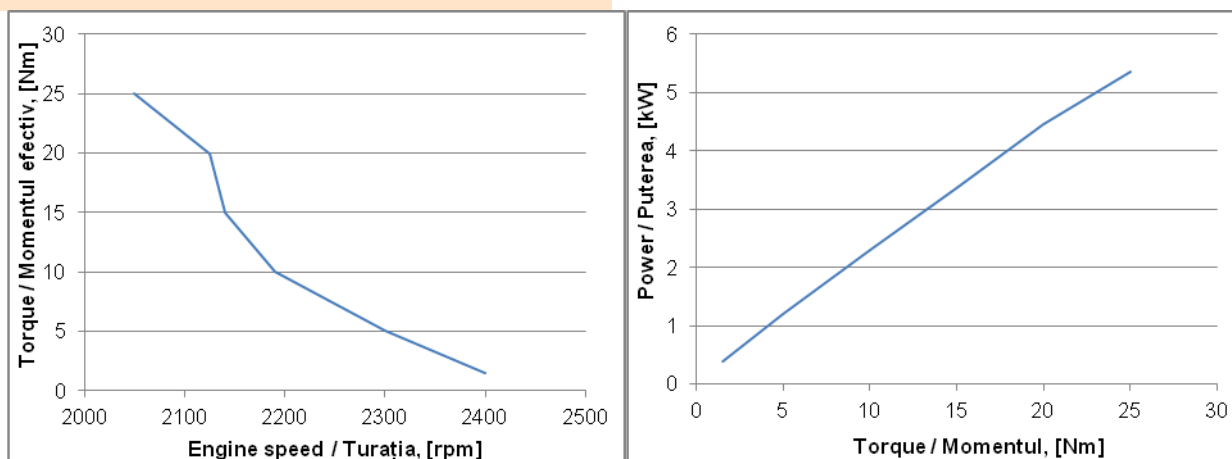


Fig. 10 - Torque and power versus engine speed at constant load / Cuplul motor și puterea efectivă în funcție de turație la sarcină constantă.

The engine output power trend is represented for each

Tendința puterii furnizate de către motor este

particular torque level at specified engine speeds in figure 10a.

In figure 11 is represented the variation of fuel specific consumption depending on the engine speed and its variation versus the effective engine torque for a given load of 60%.

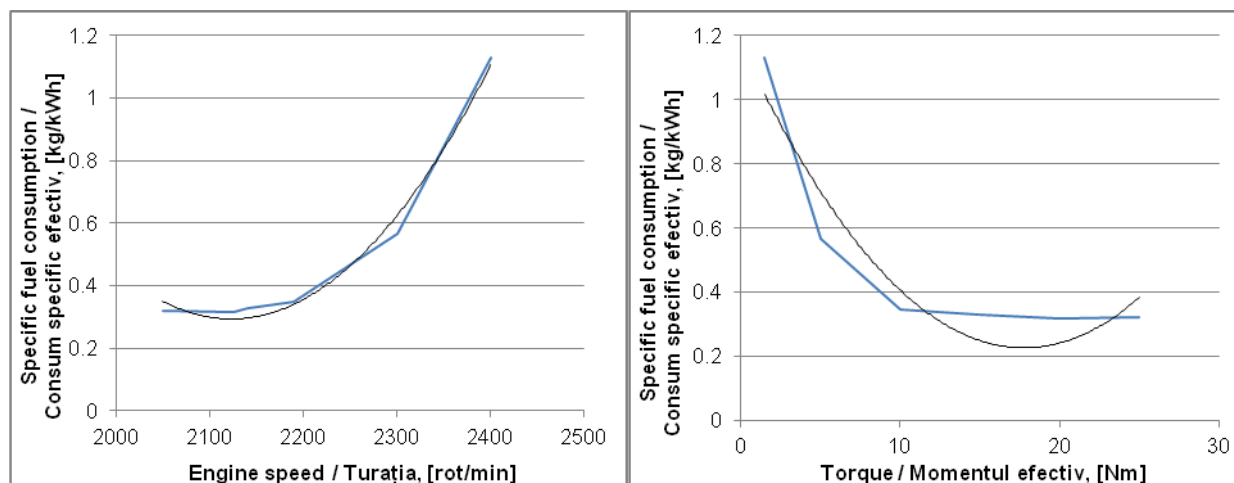


Fig. 11 - Fuel specific consumption versus engine speed and torque /
Variația consumului de combustibil în funcție de turație și cuplul motor

In figure 12 is represented the variation trend of the relation between the available air in the combustion chamber and the necessary air for a complete combustion versus torque and engine speed.

In figura 12 este reprezentată tendința de variație a raportului dintre aerul disponibil în camera de ardere și aerul necesar pentru o ardere completă în funcție de cuplul și turația motorului.

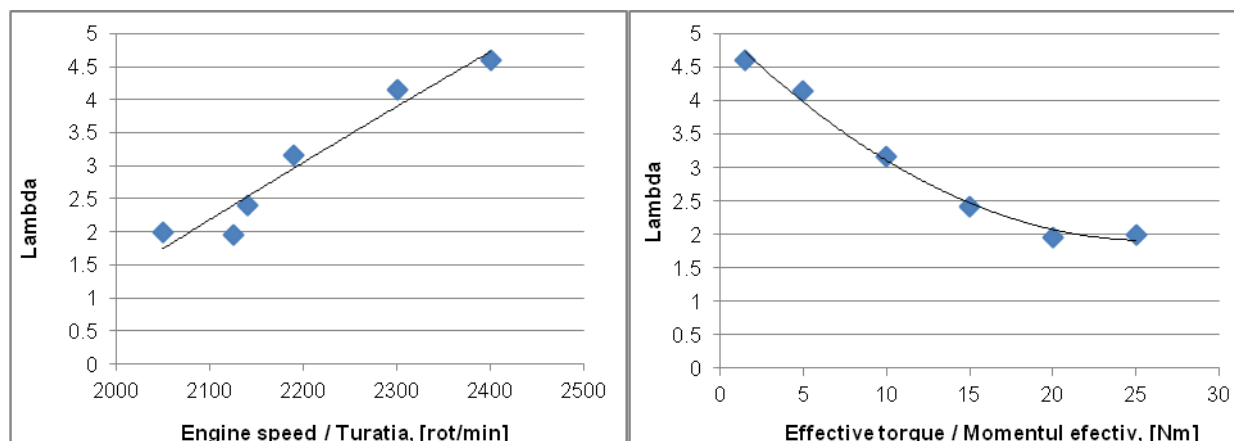


Fig. 12 - Dependence of available air on the engine torque and speed /
Dependența dintre aerul disponibil față de cuplul motor și turație

At higher engine speeds the specific fuel consumption and the available air in the combustion chamber reach high values. Even if there is plenty of air the fuel mass burnt does not generate a consistent effective torque.

La turații ridicate consumul specific și aerul disponibil în camera de ardere atinge valori mari. Chiar dacă există destul aer masa de combustibil care participă la procesul de ardere nu generează un cuplu efectiv consistent.

OBSERVATIONS AND CONCLUSIONS

After realizing the test bed design and experimental research development concerning the engine characteristics determination there may be issued the following conclusive asertions:

- the main objective of designing and realizing of a mobil test bed for single cylinder compresion ignited engine coupled with hydraulic brake has been achieved,
- the conception phase, which takes into account all the aspects and conditions which encircles the necessity of a new project, is esential,
- the dimensioning and evaluating phase of the test bed structure, taking into account the alternative dinamic efforts that appear during the experimental tests for

OBSERVAȚII ȘI CONCLUZII

În urma realizării proiectului pentru stand și a derulării cercetărilor experimentale privind ridicarea caracteristicilor motorului Lombardini se pot enunța următoarele aserțiuni concluzive:

- obiectivul proiectării și realizării unui stand mobil pentru motorul monocilindric cu aprindere prin comprimare cuplat la frâna hidraulică a fost îndeplinit,
- etapa de concepție, care ține cont de toate aspectele și cerințele care circumscriu necesitatea unui nou proiect, este esențială,
- etapa de dimensionare și verificare a structurii unui stand, ținând cont de solicitările dinamice alternative care apar în timpul încercărilor experimentale privind

determining ICE characteristics, influences the durability of the entire construction,

- transmitting the engine torque from the crankshaft to the dynamometer has imposed the manufacturing of a adequate coupling solution in the tronconic area of the crankshaft end on which is fixed the couplage,
- couplage length assembled on the crankshaft tronconic end has been limited due to high rotary deformations,
- the engine-dyno couplage is thus more resistant and does not generate deformations,
- wheel train of the test bed is facil and resistant,
- the test bed structure has been developed thus the engine may be assembled closer to the dynamometer,
- the shortest distance of engine proximity with the dynamometer is conditioned by dimensions and stroke of engine load adjustment mechanism (the device for engine acceleration – variation of fuel flow through high pressure circuit),
- maximum rotary speed in operation of test bed equipments realized on the basis of the project presented in this paper is 3000 rpm,
- internal combustion engine coupled with the dynamometer through the designed and realized test bed allows researches of different fuel and biofuel receipes with high purity level or in varied blending states for supplying agricultural tractor compression ignited engines,
- thus on the realized test bed may be determined all kinds of engine characteristics in standard conditions,
- for determining the engine characteristics there are recorded the engine speed, resisting torque given by dynamometer and fuel consumption determined through digital gravimetric method,
- engine cooling on the test bed is based on the air flow moved by specific fan blades manufactured on flywheel through the existent cylinder wings on the outside of cylinder block, and the engine temperature may be recorded with the aid of infrared digital thermometer from the laboratory,
- engine speed may be recorded through two distinct methods (directly from the crankshaft with the engine speed sensor and with the dynamometer speed sensor) and there may be determined the errors of both,
- engine being equipped with a piezoelectric sensor for pressure measurement in combustion chamber, allows the indicated diagram to be determined in different operating conditions (engine speed and load),
- there may be realized specific polluting measurements.

Between the personal contributions to the research project development there may be mentioned the following:

- designing and constructing ultra-resistant wheel train,
- realizing the coupling solution with keyway and claw coupling,
- has been realized the rubber damper for the claw coupling,
- operational characteristics have been determined for the Lombardini minitractor engine.

REFERENCES

[1]. Băldean, D., Burnete, N., Moldovanu, D., Borza, E., *Research possibilities of biofuels use in diesel engines through simulation*, Proceedings of the ESFA conference 2009 Bucharest, ISSN 2067-1083, pg. 39-48.

ridicarea caracteristicilor motorului cu ardere internă, influențează fiabilitatea întregii construcții,

- pentru a putea realiza transmiterea cuplului motor de la arborele cotit s-a impus practicarea unui canal de pană corespunzător în zona tronconică a capătului pe care este prins cuplajul cu gheare,
- lungimea cuplajului asamblat pe capătul arborelui cotit a fost limitată datorită săgeții prea mari în timpul rotației,
- cuplajul dintre motor și frână este astfel rezistent și nu crează săgeată,
- sistemul de rulare al standului este rezistent și facil,
- structura standului a trebuit construită astfel încât motorul să poată fi asamblat cât mai aproape de frână,
- distanța minimă de proximitate a motorului în raport cu frâna hidraulică este condiționată de gabaritul și limitele cursei dispozitivului de reglare a sarcinii motorului (dispozitivul de accelerare - modificare a debitului de combustibil),
- turația maximă de funcționare a echipamentelor standului realizat în baza proiectului prezentat este de 3000 rpm,
- motorul cu ardere internă cuplat cu frâna hidraulică prin intermediul standului proiectat și realizat permite testarea diferitelor rețete de combustibili și biocombustibili cu grad ridicat de puritate sau în diferite variante de amestec pentru alimentarea motoarelor cu aprindere prin comprimare pentru tractoare agricole,
- pe standul astfel realizat se pot determina în condiții standard diferite tipuri de caracteristici,
- pentru determinarea caracteristicilor motorului se înregistrează turația, cuplul rezistent dat de încărcarea frânei hidraulice și consumul de combustibil determinat prin metodă gravimetrică digitală,
- răcirea motorului care echipează standul realizat se bazează pe curenții de aer antrenați de către paletete speciale de pe roata volantă printre aripioarele practicate pe partea exterioară a cilindrului, iar temperatura motorului poate fi înregistrată cu ajutorul termometrului digital cu infraroșu de laborator,
- turația poate fi înregistrată prin două metode (direct de pe arborele cotit cu ajutorul senzorului de turație al motorului și cu senzorul de turație al frânei) astfel încât se pot calcula eventualele abaterile între cei doi senzori,
- motorul fiind echipat cu un senzor piezoelectric de măsurare a presiunii din camera de ardere, permite ridicarea diagramei indicate în diferite regimuri de funcționare (turație, sarcină, încărcare),
- se pot realiza măsurători de poluare specifice.

Între contribuțiile proprii la realizarea proiectului de cercetare se pot menționa următoarele:

- s-a conceput și construit sistemul de rulare ultra-rezistent,
- s-a realizat soluția de cuplare prin canal de pană și cuplaj cu gheare,
- s-a construit amortizorul din cauciuc pentru cuplajul cu gheare,
- s-a determinat caracteristici funcționale pentru motorul de minitractor Lombardini.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Băldean, D., Burnete, N., Moldovanu, D., Borza, E., *Posibilități de cercetare a utilizării biocombustibililor în motoarele Diesel prin simulare*, Volumele conferinței ESFA 2009 București, ISSN 2067-1083, pg. 39-48.

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 Scientific 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) and bold italic native language then separated by a slash. In the table, each row will be written in English (Arial, regular, size: 9 pt.) / *native language* (Arial, italic, 9 pt.). The table and its number is written right justified, bold - in English and bold italic - native language, separated by a slash (/).

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 (Figure 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. Left to write in English (regular), followed by a separating slash (/) and text in native language (*Arial italic*). Eg:

Fig 1 - Test stand / *Stand de testare*.

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