INTERNATIONAL SYMPOSIUM / 2011

ISSN 978 - 973 - 0 - 11614 - 4

INMATEH

AGRICULTURAL ENGINEERING

AGRICULTURAL ENGINEERING.
SOIL - PLANT - TECHNICAL EQUIPMENT
WITHIN THE CONTEXT OF ECOLOGICAL
AGRICULTURE AND ECONOMIC EFFICIENCY

28 OCTOBER 2011

Editorial

The National Institute of Research-Development for Machines and Installations designed to Agriculture and Food Industry - INMA Bucharest has the oldest and most prestigious research activity in the field of agricultural machinery and mechanizing technologies in Romania.

Short History

- In 1927, the first research **Center for Agricultural Machinery** in Agricultural Research Institute of Romania - ICAR (Establishing Law was published in O.D. no. 97/05.05.1927) was established;
- In 1930, was founded **The Testing Department of Agricultural Machinery and Tools** by transforming Agricultural Research Centre of ICAR - that founded the science of methodologies and experimental techniques in the field (Decision no. 2000/1930 of ICAR Manager - GHEORGHE IONESCU ŞIŞEŞTI);
- In 1952, was established the Research Institute for Mechanization and Electrification of Agriculture - ICMA Băneasa, by transforming the Department of Agricultural Machines and Tools Testing;
- In 1979, the Research Institute of Scientific and Technological Engineering for Agricultural Machinery and Tools – ICSITMUA was founded - subordinated to Ministry of Machine Building Industry - MICM, by unifying ICMA subordinated to MAA with ICPMA subordinated to MICM;
- In 1996 the National Institute of Research-Development for Machines and Installations designed to Agriculture and Food Industry – INMA was founded – according to G.D. no.1308/25.11.1996, by reorganizing ICSITMUA, G.D no. 1308/1996 coordinated by the Ministry of Education and Research G.D. no. 823/2004;
- In 2008 INMA has been accredited to carry out research and developing activities financed from public funds under G.D. no. 551/2007, Decision of the National Authority for Scientific Research - ANCS no. 9634/2008.

As a result of widening the spectrum of communication, dissemination and implementation of scientific research results, in 2000 was founded the institute magazine, issued under the name of SCIENTIFIC PAPERS **(INMATEH),** ISSN 1583 – 1019.

Starting with volume 30, no. 1/2010, the magazine changed its name to **INMATEH - Agricultural Engineering,** appearing both in print format (ISSN 2068 - 4215), and online (ISSN online: 2068 - 2239). The magazine is bilingual, being published in Romanian and English, with a rhythm of three issues / year: January-April, May-August, September-December and is recognized by CNCSIS – with **B** category. Published articles are from the field of AGRICULTURAL ENGINEERING: technologies and techniques equipment for agriculture and food industry, ecological agriculture, renewable energy, machinery testing, environment, transport in agriculture etc. and are evaluated by specialists inside the country and abroad, in mentioned domains.

Technical level and performance processes, technology and machinery for agriculture and food industry increasing, according to requirements and national, European and international regulations, as well as exploitation of renewable resources in terms of efficiency, life, health and environment protection represent referential elements for the magazine „**INMATEH - Agricultural Engineering**".

We are thankful to all readers, publishers and assessors.

Editor in chief,
Ph.D. Eng. Pirnă Ion

Managing Editorial Board / *ORGANIZING COMMITTEE* - INMA Bucharest

Editor in Chief
Pirnă Ion, General Manager, Prof.Hon. Ph.D.Eng, SR I, Corresponding member of ASAS, pirna@inma.ro

Executive Editor
Voicu Emil, Scientific Director, Ph.D.Eng, SR I; milivoicu@yahoo.com
Vlăduț Valentin, Ph.D.Eng, SR II; valentin_vladut@yahoo.com

Assistant Editor
Drâmbei Petronela, Ph.D.Eng, SR I; petronela_drambei@yahoo.com

Logistic support, database
Postelnicu Elena, Eng, SR; postelnicu.elena@yahoo.com
ȚicuTania, techn; tanya_manu@yahoo.com

Scientific Secretary
Ganea Ioan, Ph.D.Eng, TDE II; ganea@inma.r

Official translator
Barbu Mihaela, Prof. English, French
Nedelcu Mihail, Ph.D. Eng.

PROGRAMME COMMITTEE

- Hon.Prof. Ph.D. Eng. PIRNĂ Ion - INMA Bucharest;
- Prof.Ph.D.Eng. PARASCHIV Gigel -P.U. Bucharest;
- Assoc.Prof.Ph.D.Eng. BIRIS Sorin Stefan - P.U. Bucharest;
- Prof. Ph.D.Eng. MITROI Adrian - USAMV Bucharest;
- Prof.Ph.D.Eng.GRUIA Romulus - Transylvania University Brasov;
- Prof.Ph.D.Eng. ȚENU Ioan - USAMV Iasi;
- Prof.Ph.D.Eng. FILIP Nicolae -Technical University Cluj;
- Prof. Ph.D.Eng. DROCAŞ Ioan - USAMV Cluj Napoca;
- Prof. Ph.D.Eng. ȚUCU Dumitru - P.U. Timişoara;
- Assoc.Prof.Ph.D.Eng. BUNGESCU Sorin - USAMVB Timisoara;
- Prof. Ph.D.Eng. SOARE Marin - University of Craiova;
- Prof. Ph.D.Eng. BĂDESCU Mircea - University of Craiova;
- Assoc.Prof. Ph.D.Eng. BORUZ Sorin - University of Craiova;
- Ph.D.Eng. NICOLESCU Mihai - ASAS of Romania;
- Prof. Ph.D.Eng. BRKIŠ Miladin - University of Novi Sad;
- Prof. Ph.D.Eng. VARTUKAPTEINIS Kaspars - Latvia University of Agriculture;
- Prof. Ph.D. JOVANOVIŠ Larisa - Society for Environmental Protection of Serbia;
- Assoc.Prof.Ph.D.Eng.SAVIN Lazar - University of Novi Sad;
- Assoc.Prof. Ph.D.Eng. HERAK David – Czech University of Agriculture Prague;
- Assoc.Prof. Ph.D.Eng. ERTEKIN Can - Akdeniz University;
- Ph.D.Eng. ATANASOV Atanas-University of Rousse;
- Prof. Ph.D.Eng. GÉCZI Gabor - Szent István University;
- Assoc.Prof. Ph.D.Eng. KONSTANDINOV Georgy - RILRAM Sofia;
- Ph.D.Eng. ABBASPOUR-FARD Mohammad Hossein - Ferdowsi University of Mashhad;
- Ph.D.Eng.USENKO Mykhaylo-State Technical Univ. Lutsk;
- Ph.D.Eng. SKIERUCHA Wojciech - Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences Lublin.
- Prof. Ph.D. Eng. BRĂTUCU Gheorghe -Transilvania University Braşov.

HONORARY COMMITTEE

- Acad. HERA Cristian - Romania, Honorary President of ASAS - Academy of Agricultural and Forestry Sciences "Gheorghe Ionescu Şişeşti", member of Romanian Academy;
- Acad. Prof. dr. SIN Gheorghe - Romania, President of ASAS - Academy of Agricultural and Forestry Sciences "Gheorghe Ionescu Şişeşti";
- Prof. Ph.D.Eng. MIHAILOV Nikolai - University of Rousse;
- Prof. Ph.D.Eng. KOSUTIC Silvio - Zagreb University;
- Prof.Ph.D.Eng. MARTINOV Milan – University of Novi Sad;
- Prof Ph.D.Eng. FENYVESI László - Hungarian Institute of Agricultural Engineering Godolo;
- Ph.D.Eng. GÂNGU Vergil - ASAS of Romania;
- Ph.D.Eng. BRIA Nicolae - ASAS of Romania;
- Ph.D.Eng. ZAHARESCU Dorin - PACTMAR;
- Ph.D.Eng. DINU Dănel - PACTMAR.

Organized by:

***MINISTRY OF EDUCATION, RESEARCH, YOUTH AND SPORT* - INMA BUCHAREST**

with support of:

- ***ASAS* – Romanian Academy of Agricultural and Forestry Sciences;**
- ***PACTMAR* – Romanian Constructors Society of Agricultural Machines;**
- ***P.U. Bucharest - Faculty of Biotechnical Systems Engineering;***
- ***University of Craiova;***
- ***SIMAR* - Romanian Agricultural Mechanical Engineering Society;**
- ***Society for Environmental Protection of Serbia;***
- ***University of Rouse;***
- ***RILRAM* - Research Institute of Land Reclamation and Agricultural Mechanization.**

INMATEH - Agricultural Engineering
INTERNATIONAL SYMPOSIUM / 2011

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

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

Three issues per year,
cd ISSN: 2068 – 2239

Edited by: INMA Bucharest

CUPRINS / *CONTENTS*

		Pag.
1.	**ESTABLISHING THE OPTIMAL TECHNOLOGICAL VARIANT IN ENERGETIC TERMS FOR PREPARING THE GERMINATING BED IN GREENHOUSES /** ***STABILIREA VARIANTEI TEHNOLOGICE OPTIME SUB ASPECT ENERGETIC PENTRU PREGĂTIREA PATULUI GERMINATIV ÎN SERE*** **Prof. Ph.D. Eng. Brătucu Gh., Ph.D. Stud. Eng. Păunescu C., Ph.D. Eng. Pasztor J.** Transylvania University Braşov / Romania	7
2.	**EXPERIMENTAL RESEARCHES REGARDING THE SOIL COMPACTION IN THE FORESTRY NURSERIES /** ***CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND COMPACTAREA SOLULUI ÎN PEPINIERELE FORESTIERE*** **Ph.D. Eng. Boja N., Ph.D. Eng. Boja F.** "Vasile Goldiş" Western University of Arad, Faculty of Engineering / Romania	17
3.	**DEVELOPMENT AND SIMULATION OF VIRTUAL PROTOTYPE OF SOWING MACHINES TRANSMISSION /** ***ELABORAREA ŞI SIMULAREA PROTOTIPULUI VIRTUAL AL TRANSMISIEI MAŞINILOR DE SEMĂNAT*** **Ph.D. Eng. Loghin Fl., Prof. Ph.D. Eng. Rus Fl.** Transylvania University of Braşov / Romania	25
4.	**OPTIMIZATION OF ENERGETIC CONSUMPTION OF CULTIVATORS FOR OPENING DITCHES IN GREENHOUSES THROUGH MATHEMATICAL MODELING /** ***OPTIMIZAREA CONSUMULUI ENERGETIC AL CULTIVATOARELOR PENTRU DESCHIS RIGOLE ÎN SERE PRIN MODELARE MATEMATICĂ*** **Prof. Ph.D. Eng. Brătucu Gh., Ph.D. Stud. Eng. Păunescu C.,Ph.D.Eng.Căpâţînă I.** Transylvania University of Braşov / Romania	31
5.	**EXPERIMENTAL RESEARCHES OF COMPLEX TECHNICAL EQUIPMENT FOR SOWING CORN IN NARROW STRIPS /** ***CERCETĂRI EXPERIMENTALE ALE UNUI ECHIPAMENT TEHNIC COMPLEX DE SEMĂNAT PORUMB ÎN BENZI ÎNGUSTE*** **PhD. Stud. Eng. Brencu M. L.[1)], PhD. Eng. Marin E.[2)]** [1)]University from Craiova / Romania; [2)]INMA Bucharest / Romania	37
6.	**KINEMATICS OF ROTATING EQUIPMENT WITH ARMS FOR PLANTING FORESTRY SEEDLINGS /** ***CINEMATICA APARATULUI ROTATIV CU BRAŢE PENTRU PLANTAT PUIEŢI FORESTIER I*** **Ph.D. student. Drăghia D.[1)], PhD. Eng. Bădescu M.[2)], Eng. Mircea R.[3)], PhD. Eng. Ciupercă R.[3)]** [1)] Territorial Inspectorate of Forestry Regime and Hunting – Râmnicu Vâlcea; [2)] University from Craiova; [3)]INMA Bucharest / Romania	45
7.	**THE EFFECT OF WATER FROM THE RIVER VETERNICA ON THE GERMINATION OF SOME VEGETABLE CROPS SEED /** ***UTICAJ VODA REKE VETERNICE NA KLIJAVOST SEMENA NEKIH POVRTARSKIH KULTURA*** **PhD Trajković R.[1)], PhD, Anđelković S.[2)], MSc, Ivanović R.[3)], PhD, Andjelković R.[2)]** [1)]Faculty of Sciences, Kosovka Mitrovica / Serbia; [2)]Institute for forage crops, Kruševac, Serbia; [3)]Faculty of Sciences, Niš, Serbia	51

8.	**EVALUATION BY SIMULATING THE ACID RAIN IMPACT ON REDDISH BROWN CATIONS SAMPLED FROM COŞOVENI, DOLJ (ROMANIA)** ***EVALUARE PRIN SIMULAREA IMPACTULUI PLOILOR ACIDE ASUPRA CATIONILOR DIN SOLURILE BRUN-ROSCATE DE LA COŞOVENI, DOLJ (ROMANIA)*** **Ph.D. Sbîrnă L.S.[1)], Ph.D. Mateescu M.D.[1)], Ph.D. Sbîrnă S.[2)], Ph.D. Moldovan C.S.[3)], Ph.D. Ionescu C[3)].** [1)]University of Craiova, Faculty of Chemistry / Romania; [2)]Craiova Regional Environment Protection Agency / Romania [3)]University of Petroşani, Faculty of Mining / Romania	57
9.	**AIRSCREW AS A STABILIZING DEVICE FOR SMALL AGGREGATES /** ***ПОВІТРЯНИЙ ГВИНТ ЯК СТАБІЛІЗУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНИХ АГРЕГАТІВ*** **PhD. Eng. Usenko M.** Lutsk National Technical University / Ukraine	63
10.	**MODELING THE GEOMETRICAL PARAMETERS OF THE EQUIPMENT EXPLANT 500 ACTIVE BODY FOR SOIL PROCESSING /** ***MODELAREA PARAMETRILOR GEOMETRICI AI ORGANULUI ACTIV DE LUCRAT SOLUL AL ECHIPAMENTULUI EXPLANT 500*** **Phd. Stud. Eng. Nagy E.M.[1)], Ph.D. Stud. Eng. Cota C.[1)], Ph.D. Eng. Cioica N.[1)], Ph.D. Eng. Fechete L.[2)]** [1)]INMA Bucharest-Cluj Napoca Branch / Romania, [2)]Technical University Cluj-Napoca / Romania	69
11.	**FEATURES OF TECHNOLOGY FOR GROWING TOMATOES AND EGGPLANTS IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN /** ***ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТОВ И БАКЛАЖАНОВ В РЕСПУБЛИКЕ АЗЕРБАЙДЖАН*** **Dos. Ph.D. Aliyev Ch.** Azerbaijan Scientific Research institute of Forages, Meadows and Pastures / Azerbaijan	73
12.	**IZK Alya" NEW CHERRY TOMATO VARIETY /** ***„ИЗК АЛЯ" – НОВ СОРТ ЧЕРИ ДОМАТИ*** **Assist. Prof. Ph.D.Ganeva D., Assoc. Prof. Ph.D. Pevicharova G.** Maritsa Vegetable Crops Research Institute / Bulgaria	77
13.	**METHOD OF ESTIMATING THE SOIL RESISTANCE FORCE TO SOIL WORKING MACHINE PARTS WITH APPLICATIONS TO THE OPTIMIZATION OF WORKING REGIMES OF MACHINES USED IN HORTICULTURE /** ***METODA DE ESTIMARE A FORTEI DE REZISTENTA OPUSE DE SOL ACTIUNII ORGANELOR DE LUCRU ALE MASINILOR DE LUCRAT SOLUL CU APLICATII IN OPIMIZAREA REGIMURILOR DE LUCRU ALE MASINILOR FOLOSITE IN HORTICULTURA*** **Phd. Stud. Eng. Nagy M.[1)], Mat. Cârdei P.[1)], Phd. Stud. Eng. Cota C.[1)], Phd. Stud. Eng. Fechete L.[2)]** [1)]INMA Bucharest- Cluj Napoca Branch / Romania, [2)]Technical University Cluj-Napoca / Romania	83
14.	**QUALITY OF WATER USED FOR IRRIGATION /** ***КАЧЕСТВА НА ВОДИТЕ ИЗПОЛЗВАНИ ЗА НАПОЯВАНЕ*** **Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Gadjalska N., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Petrova R.,** **Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Markov E.** RILRAM –Sofia / Bulgaria	89
15.	***SUSTAINABLE CONTROL OF DANUBE WETLANDS /*** ***УСТОЙЧИВ КОНТРОЛ НА ВЛАЖНИТЕ ЗОНИ ПО Р. ДУНАВ*** **Asst. Prof. D.Sc. Eng. Tadjer J., Ph.D.Cand. Dipl. Eng. Cazanescu S., Asst. Eng. Grancharova El.** RILRAM Sofia / Bulgaria	97

16. **TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF CLASSICAL AND SELECTIVE PESTICIDES APPLICATION IN APRICOT AND APPLE ORCHARDS / *SELEKTIVNE APLIKACIJE PESTICIDA U ZASADIMA KAJSIJE I JABUKE*** 101
Ph.D. Sedlar Al., Ph.D. Bugarin R., Ph.D. Turan J., Prof. Ph.D. Đukić N.
University of Novi Sad, Faculty of Agriculture / Serbia

17. **MEASURING THE EFFICIENCY OF SOME HERBICIDES ON SPRING BARLEY AGROPHYTOCOENOSIS WEED VEGETATION / *UTVRDJIVANJE KOEFICIJENTA EFIKASNOSTI NEKIH HERBICIDA NA KOROVSKU VEGETACIJU AGROFITOCENOZE JAROG JECMA*** 107
Assis. Prof. Ph.D. Knezevic J., Prof. Ph.D. Knezevic D., Agric. Eng. Sekularac A.
University of Pristina Faculty of Agriculture, Lesak / Serbia

18. **INFLUENCE OF OBLIQUE TRACTION ON TRACTION PERFORMANCES OF A WHEELED TRACTOR ON DIFFERENT SOIL SURFACES / UTICAJ KOSE VUČE NA VUČNE KARAKTERISTIKE TRAKTORA TOČKAŠA NA RAZLIČITIM ZEMLJIŠNIM PODLOGAMA** 111
Assist. MSc. Eng. Simikić M., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Savin L., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Tomić M., Assist. MSc. Dedović N., Assoc. Prof. Ph.D. Matić-Kekić S.
Faculty of Agriculture, University of Novi Sad / Serbia

19. **EXPERIMENTAL RESEARCHES CONCERNING DYNAMICS AND ENERGETICS OF WHEELED TRACTOR FOR SLOPES (4X4) – FRONT RAKE SYSTEMS / CERCETĂRI PRIVIND DINAMICA ŞI ENERGETICA AGREGATULUI FORMAT DIN TRACTOR PENTRU PANTE (4x4) ŞI GREBLA FRONTALĂ** 119
Ph.D. Eng. Hermenean I.[1)], Ph.D. Eng. Mocanu V.[1)], Ph.D. Eng. Voicu E[2)].
[1)]ICDP Braşov / Romania, [2)]INMA Bucharest / Romania

20. **RESEARCH ON STABILITY AND DESIGNING OF PROTECTIVE STRUCTURE OF TRANSPORT VEHICLE FOR SMALL FARMS / *ИЗСЛЕДВАНЕ НА УСТОЙЧИВОСТТА И НА КОНСТРУКЦИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ НА ЕНЕРГЕТИЧНО ТРАНСПОРТНО СРЕДСТВО ЗА МАЛКИТЕ ЗЕМЕДЕЛСКИ СТОПАНСТВА*** 125
Assoc. Prof. PhD Bozhkov S., Assoc. Prof. PhD Badrikov E., Ass.Prof. Yankova V., Ass.Prof. PhD Stefanov K., Assoc. Prof. PhD Mihov M.
Research Institute for Land Reclamation and Agricultural Mechanization – Sofia / Bulgaria

21. **RESEARCH ON MECHANICAL INJURY OF TUBER POTATOES DURING HARVESTING / *CERCETĂRI PRIVIND VĂTĂMAREA MECANICĂ A TUBERCULILOR DE CARTOF ÎN TIMPUL RECOLTĂRII*** 133
PhD. Eng. Căpățînă I., Prof. PhD. Eng. Brătucu Gh.
Transylvania University Brasov / Romania

22. **CONSIDERATIONS ON THE OPTIMAL COMBINE ESTABLISHMENT DEPENDING ON SURFACE STRUCTURE / *CONSIDERAȚII PRIVIND STABILIREA COMBINEI OPTIME, FUNCȚIE DE STRUCTURA DE SUPRAFAȚĂ*** 139
Ph.D. Stud. Eng. Chirilă C.[1)], Prof. PhD. Eng. Țenu I.[1)], Ph.D. Eng. Vlăduț V.[2)]
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "Ion Ionescu de la Brad" Iasi / Romania

23. **RELEVANT RHEOLOGICAL PROPERTIES OF BREAD DOUGH IN SMALL AMPLITUDE OSCILLATORY DYNAMIC TESTS (SAOS) / *PROPRIETĂȚILE REOLOGICE RELEVANTE ALE ALUATULUI DE PÂINE ÎN TESTE DINAMICE OSCILATORII DE JOASĂ AMPLITUDINE*** 145
Prof. Ph.D. eng. Voicu Gh., Ph.D. Stud. Eng. Constantin Gh., Ph.D. Stud. Eng. Ştefan E.M.
Polytechnic University of Bucharest / Romania

24.	**CONVECTIVE DRYER ENERGETICALLY COUPLED TO A GREENHOUSE / USCATOR CONVECTIV CUPLAT ENERGETIC LA O SERĂ** **Prof. Ph.D. Eng. Murad E., Lect. Ph.D. Eng. Safta V.V., Lect. Ph.D. Eng. Haraga G., Eng. Panțiru G.A., Eng. Fărăoanu C.E.** Polytechnic University of Bucharest / Romania	151
25.	**METHODOLOGY AND EQUIPMENTS USED FOR TRACKING OF CONDITIONING FACTORS IN A POTATOES WAREHOUSE /** ***METODICA ŞI APARATURA PENTRU URMĂRIREA FACTORILOR DE CLIMATIZARE ÎNTR-UN DEPOZIT DE CARTOFI*** **Ph.D. Stud. Eng. Păunescu C.G.** Transylvania University of Braşov / Romania	157
26.	**ATMOSPHERIC EMISSIONS RESULTING FROM LAND APPLICATION MANURE /** ***АТМОСФЕРНИ ЕМИСИИ В РЕЗУЛТАТ ОТ ПОВЪРХНОСТНО ВНАСЯНЕ НА ТЕЧЕН ОБОРСКИ ТОР*** **Prof. Ph.D. Marinova S., Assoc. prof. Ph.D. Pchelarova H., Assoc. prof. Ph.D. Toncheva R.** N. Poushkarov Institute of Soil Science, Sofia / Bulgaria	163
27.	**THE SETTLEMENT METHODS OF WATER PROBLEMS IN ARID CLIMATE ZONES /** ***ARID IQLIM ZONALARINDA SU PROBLEMLƏRININ HƏLLI YOLLARI*** **Ph.D. Eng. Alovsat G.** Nakhchivan State University / Azerbaijan	167
28.	**BACTERIOLOGY AND SANITARY STATUS OF WATER ACCUMULATION IN ĆELIJE WATER CATCHMENT AREA /** ***BAKTERIOLOŠKI I SANITARNI STATUS VODE AKUMULACIJE ĆELIJE NA MESTU VODOZAHVATA*** **Ph.D. Ćirić S., Ph.D. Knežević J., Mr.Sc. Andjelković S.** University of Priština, Faculty of Agriculture / Serbia	171
29.	**RESEARCHES REGARDING THE DETERMINATION OF LUBRICATING FEATURES OF CERTAIN ECO-BIODEGRADABLE OILS /** ***CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA PROPRIETĂȚILOR LUBRIFIANTE ALE UNOR ULEIURI ECOBIODEGRADABILE*** **Eng. Burtea R.[1)], Ph.D. Eng. Vlăduț V.[1)], Prof. Ph.D. Eng. Tudor A.[2)]** **Ph.D. Stud. Eng. Voicea I.[1)], Tehn. Găgeanu G.[1)], Eng. Postelnicu E.[1)],** [1)]INMA Bucharest / Romania; [2)]P.U. Bucharest / Romania	177
30.	**ASSESSING THE SOILS TAMPING DEGREE THROUGH A CRAWLER MODULE /** ***EVALUAREA GRADULUI DE TASARE A SOLURILOR PRIN INTERMEDIUL UNUI MODUL ŞENILAT*** **Rus Fl.[1)], Loghin Fl.[1)], Sorică C.[2)], Marin E.[2)]** [1)]Universitatea Transilvania din Braşov; [2)]INMA Bucharest	185

ESTABLISHMENT OF THE OPTIMAL TECHNOLOGICAL VARIANT IN ENERGETIC TERMS FOR PREPARING THE GERMINATION BED IN GREENHOUSES
/
STABILIREA VARIANTEI TEHNOLOGICE OPTIME SUB ASPECT ENERGETIC PENTRU PREGĂTIREA PATULUI GERMINATIV ÎN SERE

Prof. Ph.D. Eng. Brătucu Gh., Ph.D. Stud. Eng. Păunescu C., Ph.D. Eng. Pasztor J.
- University Transylvania Braşov -
Tel: 0268-472222; E-mail: gh.bratucu@unitbv.ro

Abstract: *Starting from the observation that preparation of the germination bed in greenhouses is a significant energetic consumer, in the paper are presented ten technological variants which fulfill totally the agro-technical requirements. It is considered a priority criterion for choosing a variant for reducing the fuel (energy) consumption for making the work, with maintaining and even improving the soil productivity potential and the work mechanization degree. The works considered in these technologies were: deep soil loosening at 45…50 cm for breaking the hardpan; working through deep soil loosening up to 25…35 cm in depth; leveling; soil superficial layer loosening; soil surface modeling. For all these works and technological variants were established mathematical models for the energetic consumptions. From the graphical representation it is found that through increasing the work depth the total energetic consumption, of the most complex technological variant for preparing the germination bed in greenhouses, increases. In return, by increasing the work speed the energetic consumption decreases. The experimental researches were done for variants in which the preparing of the germination bed was made through digging and milling, operations which have the largest share in the energetic consumption for preparing the germination bed in greenhouses.*

Keywords: *energetic consumption, germination bed, greenhouses, technological variant*

INTRODUCTION

Agricultural machinery system, namely all machines, tools and agricultural installations necessary for germination bed preparing in greenhouses are chosen through evaluating and comparing the possible technological variants. The specific technical systems for germination bed preparing in greenhouses includes the energetic base and the equipments designed for each agricultural work. Between the agricultural equipment parameters there must exist correlations, the working process made by a machine will prepare the optimal conditions for the following machine in the technological flow [5]. The porpose of rational using of the technical systems is to reduce to minimum the unproductive times and no-load movements, to assure bigger production capacities through eliminating and/or reducing the waiting times, to correspond with technical progress realized worldwide, agro-technical, technological and rational exploitation requirements, to assure the use of the existent energetic sources to corresponding values etc. Choosing the technical systems is based on analysis of more variants of technologies [3]. An option will be considerate as fundamental only in the case in which the technological solutions which are compared are equivalent from the point of view of the effect which they generate. Establishing the effect of different variants creates a series of difficulties, these being more important as are compared more variants, reason for which is necessary the establishment of a priority criterion. In the current situation of the world energetic crisis, it can be considerate a priority

Rezumat: *Pornind de la constatarea că pregătirea patului germinativ în sere este un consumator energetic semnificativ, în lucrare se prezintă zece variante de tehnologii care îndeplinesc în totalitate cerinţele agrotehnice. Se consideră criteriu prioritar pentru alegerea unei variante reducerea consumului de combustibil (energie) pentru efectuarea lucrării, cu menţinerea şi chiar îmbunătăţirea potenţialului de producţie al solului şi a gradului de mecanizare a lucrărilor. Lucrările avute în vedere în cadrul acestor tehnologii au fost: afânarea adâncă la 45...50 cm în vederea spargerii hardpanului; mobilizarea prin afânare profundă până la 25...35 cm adâncime; nivelarea; afânarea (mărunţirea) stratului superficial; modelarea suprafeţei solului. Pentru toate lucrările şi variantele tehnologice s-au stabilit modelele matematice ale consumurilor energetice. Din reprezentările grafice se constată că prin creşterea adâncimii de lucru consumul total de energie al celei mai complexe variante tehnologice de pregătire a patului germinativ în sere creşte, în schimb, prin mărirea vitezei de lucru consumul energetic se reduce. Cercetările experimentale s-au realizat pentru variantele în care pregătirea patului germinativ s-a făcut prin săpare şi frezare, operaţii care au cea mai mare pondere în consumul energetic al pregătirii patului germinativ în sere.*

Cuvinte cheie: *consum energetic, pat germinativ, sere, variante tehnologice*

INTRODUCERE

Sistema de maşini, respectiv totalitatea maşinilor, uneltelor şi instalaţiilor agricole necesare pentru pregătirea patului germinativ în sere, se alege pe baza evaluării şi comparării variantelor tehnologice posibile. Sistemele tehnice specifice procesului de pregătire a patului germinativ în sere cuprinde baza energetică şi echipamentele destinate fiecărei lucrări agricole. Între parametrii maşinilor trebuie să existe corelaţii, procesul de lucru efectuat de o maşină, pregătind condiţiile optime pentru maşina care urmează în fluxul tehnologic [5]. Scopul folosirii raţionale a sistemelor tehnice este să se reducă la minim timpii neproductivi şi deplasările în gol, să asigure capacităţi de producţie cât mai înalte prin eliminarea şi/sau reducerea timpilor de aşteptare, să corespundă progresului tehnic realizat pe plan mondial, cerinţelor agrotehnice, tehnologice, de exploatare raţională, să asigure utilizarea surselor energetice existente la valori corespunzătoare etc.

Alegerea sistemelor tehnice se bazează pe analiza mai multor variante de tehnologii [3]. O opţiune va fi considerată fundamentată numai în cazul în care soluţiile tehnice care se compară sunt echivalente din punct de vedere al efectului pe care-l generează. Stabilirea efectului diferitelor variante creează a serie de dificultăţi, acestea fiind cu atât mai însemnate cu cât se compară mai multe variante, motiv pentru care este necesară stabilirea unui criteriu prioritar. În situaţia actuală a crizei energetice mondiale, poate fi considerat criteriu prioritar

criterion the energetic consumption reduction for germination bed preparation work in greenhouses with maintaining the soil production potential and with the work mechanization level [4].

Agro-technical requirements imposed to the germination bed in greenhouses are severe, as: the soil surface must be coarse for avoiding the forming of crust, which would prevent plants emergence; the soil layer in which the seeds or the seedlings are placed should be delicate; the germination bed base should be deep loosened for assuring an aero – hydric optimal regime for roots development etc. [2].Soil preparing technologies in the protected rooms include the following mechanized works, spread out in time: deep soil loosening for hardpan breaking to 45…50 cm depth (at intervals of 2…4 years); soil mobilization through profound soil loosening up to 25…35 cm; soil leveling; superficial soil loosening, respectively superficial soil layer shredding; soil modeling [1].

MATERIAL AND METHOD

The research method adopted in this paper consists in establishing the technological variants for germination bed preparing in greenhouses, the mathematical modeling of the energetic consumptions of all agricultural operations and technological variants, the experimental research of some technological variants and the comparison of theoretical and experimental results. The specific calculus relations of the energetic consumption for germination bed preparation in greenhouses are the ones already recognised in specialized literature and the calculus models take into account the normal values of the functional parameters, which were adopted in experimental researches too.

The main technological viable variants for germination bed preparing in greenhouses are presented in table 1.

reducerea consumului de energie pentru efectuarea lucrării de pregătire a patului germinativ, cu menținerea potențialului de producție al solului şi a gradului de mecanizare a lucrării [4].

Cerințele agrotehnice impuse patului germinativ în sere sunt severe, precum: suprafața solului trebuie să fie grosieră pentru evitarea formării crustei, care ar împiedica răsărirea plantelor; stratul de sol în care se aşază semințele sau răsadurile să fie fin; baza patului germinativ să fie afânată profund în vederea asigurării unui regim aero-hidric optim dezvoltării rădăcinilor etc.[2]. Tehnologia pregătirii solului în spațiile protejate cuprinde următoarele lucrări mecanizate eşalonate în timp: afânarea adâncă în vederea spargerii hardpanului la 45...50 cm (la intervale de 2...4 ani); mobilizarea solului prin afânare profundă până la 25...35 cm adâncime; nivelarea; afânarea superficială, respectiv mărunțirea stratului superficial de sol; modelarea solului [1].

MATERIAL ŞI METODĂ

Metoda de cercetare adoptată în această lucrare constă în stabilirea variantelor tehnologice de pregătire a patului germinativ în sere, modelarea matematică a consumurilor energetice ale tuturor operațiilor şi variantelor tehnologice, cercetarea experimentală a unor variante tehnologice şi compararea rezultatelor teoretice cu cele experimentale. Relațiile de calcul specifice consumurilor energetice ale operațiilor de pregătire a patului germinativ în sere sunt cele consacrate în literatura de specialitate, iar modelele de calcul țin cont de valorile normale ale parametrilor funcționali, care au fost adoptate şi la cercetările experimentale.

Principalele variante tehnologice viabile ale pregătirii patului germinativ în sere sunt prezentate în tabelul 1.

Table 1 / *Tabelul 1*

Technological variants of the germination bed preparing in greenhouses **/**
Variante tehnologice ale pregătirii patului germinativ în sere

No. Variant/ *Nr. variantă*	**Mechanical works of the germination bed preparing in greenhouses/ *Lucrările mecanice ale pregătirii patului germinativ în sere***				
	Deep soil loosening / *Afânare adâncă 45...50 cm*	**Deep soil works / *Mobilizare profundă 25...35 cm***	**Leveling/ *Nivelare***	**Surface grinding/ *Mărunțire superficială 12…15 cm***	**Modeling/ *Modelare***
	Agricultural machine systems variants/*Variante de sisteme de maşini*				
1	Subsoiler/ *Subsolier*	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	Leveling machine/ *Nivelator*	Rotary tiller / *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*
2	Subsoiler/ *Subsolier*	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	-	Rotary tiller / *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*
3	Subsoiler/ *Subsolier*	Rotary tiller / *Freză*	-	Rotary tiller / *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*
4	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	Leveling machine/ *Nivelator*	Rotary tiller / *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*
5	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	-	Rotary tiller / *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*
6	-	Rotary tiller / *Freză*	-	Rotary tiller / *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*
7	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	Leveling machine/ *Nivelator*	Rotary tiller / *Freză*	-
8	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	-	Rotary tiller / *Freză*	-
9	-	Rotary tiller / *Freză*	-	Rotary tiller / *Freză*	-
10	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	-	-	-

The mathematical models are composed from equations referring to the energetic consumption of each work from the technological variants for germination bed preparing in greenhouses, emphasizing the elements which have direct influence over the energetic consumption for concrete working cases.

Modelele matematice sunt compuse din ecuații referitoare la consumul energetic al fiecărei lucrări din variantele tehnologice de pregătire a patului germinativ în sere, punându-se în evidență elementele care au influență directă asupra consumului de energie pentru cazuri concrete de lucru.

The mathematical model of the energetic consumption for the subsoiler work is built with formula (1), in which are neglected the energy lost in the machinery mechanisms:

Modelul matematic al consumului de energie la *lucrarea de subsoliere* se construieşte cu ajutorul formulei (1), în care se neglijează energia pierdută în mecanismele maşinii:

$$E_{t\,subsoliere} = f \cdot G_S \cdot v_{ms} \cdot t_S + 2 \cdot k_S \cdot {a_S}^2 \cdot v_{ms} \cdot t_S \text{ [J]}, \quad (1)$$

where: f is the rolling resistance; G_s – the subsoiler weight, in N; k_s – the soil resistance to the work with the subsoiler, in N/m^2; a_s – the work depth, in m; v_{ms} – the subsoiler work speed, in m/s; t_s – the work time with the subsoiler, in s.

For work conditions characterized through: f = 0.15; G_s = 800 N; k_s = 35000 N/m^2 it is obtained the mathematical model (2):

unde: *f* este rezistența la rulare; G_s – greutatea subsolierului, în N; k_s – rezistența solului la lucrarea cu subsolierul, în N/m^2; a_s - adâncimea de lucru, în m; v_{ms} este viteza de lucru al subsolierului, în m/s; t_s timpul de lucru cu subsolierul, în s.

Pentru condițiile de lucru caracterizate prin f =0,15; G_s = 800 N; k_s = 35000 N/m^2; se obține modelul matematic (2):

$$E_{ts}(a_S, v_{ms}, t_S) = 120 \cdot v_{ms} \cdot t_S + 70000 \cdot {a_S}^2 \cdot v_{ms} \cdot t_S \text{ [J]}. \quad (2)$$

The mathematical model of the energetic consumption for soil work with the digging machine is built with the formula (3), in which are neglected the energy lost in the machine mechanisms:

Modelul matematic al consumului de energie la *lucrarea solului cu maşina de săpat* se construieşte cu ajutorul formulei (3), în care se neglijează energia pierdută în mecanismele maşinii:

$$E_{tms} = f \cdot G_{ms} \cdot v_{mms} \cdot t_{ms} + \frac{\mu \cdot \rho \cdot g \cdot {a_{ms}}^2 \cdot b}{0.45} \cdot z \cdot \frac{\varpi \cdot t_{ms}}{2\pi} \cdot v_{mms} \cdot t_{ms} + \frac{B \cdot a_{ms} \cdot \rho \cdot v_{mms} \cdot (-4.37)^2}{2} \cdot t_{ms} + 0.62 \cdot \frac{2\pi}{\varpi} \cdot a_{ms} \cdot B \cdot \rho \cdot g \cdot v_{mms}^2 \cdot t_{ms} \text{ [J]}, \quad (3)$$

where: f is the rolling resistance; G_{ms} – the soil digging machine weight, in N; a_{ms} – the work depth, in m; b- the width of one dig, in m; v_{mms} – the soil digging machine work speed, in m/s; t_{ms} – the digging work time, in s; ω – the angular speed of the crankshaft, in rad/s; z – the hoes number; ρ – the soil volumetric weight, in N/m^3.

For work conditions characterized through: f = 0.15; G_{ms} = 6100 N; μ=0,36; b = 0,1m; ω=17 rad/s, ρ=1500 daN/m^3 it is obtained the mathematical model (4):

unde: f este rezistența la rulare; G_{ms} – greutatea maşinii de săpat solul, în N; a_{ms} - adâncimea de lucru, în m; b - lățimea sapei, în m; v_{mms} - viteza de lucru al maşinii de săpat solul, în m/s; t_{ms} - timpul săpării, în s; ω - viteza unghiulară a arborelui cotit, în rad/s; z - numărul sapelor; ρ - masa volumică a solului, în daN/m^3.

Pentru condițiile de lucru caracterizate prin: f = 0,15; G_{ms} = 6100 N; μ=0,36; b = 0,1m; ω=17 rad/s, ρ=1500 daN/m^3, se obține modelul matematic (4):

$$E_{tms}(a_{ms}, v_{mms}, t_{ms}) = 915 \cdot v_{mms} \cdot t_{ms} + 1949045 \cdot {a_{ms}}^2 v_{mms} \cdot {t^2}_{ms} + 2005175 \cdot a_{ms} \cdot v_{mms} \cdot t_{ms} + 480974 \cdot a_{ms} \cdot v_{mms}^2 \cdot t_{ms} \text{[J]}, \quad (4)$$

The mathematical model of the energetic consumption for soil work with the tiller machine is built with the formula (5), in which are neglected the energy lost in the machine mechanisms:

Modelul matematic al consumului de energie la lucrarea solului cu freza se construieşte cu ajutorul formulei (5), în care se neglijează energia pierdută în mecanismele maşinii:

$$E_{tf} = f \cdot G_f \cdot v_{mf} \cdot t_f + \frac{k_f \cdot a_f \cdot b \cdot z}{z_p} \cdot v_{mf} \cdot t_f + \frac{a_f \cdot B \cdot \rho \cdot v_p^2}{2} \cdot v_{mf} \cdot t_f + R_x \cdot v_{mf} \cdot t_f \text{ [J]}. \quad (5)$$

The knife angular speed is equal with:

Viteza unghiulară a cuțitului este egală cu:

$$v_p = \varpi \cdot r \text{ [rad/s]}, \quad (6)$$

so relation (5) is modified:

astfel relația (5) se modifică:

$$E_{tf} = f \cdot G_f \cdot v_{mf} \cdot t_f + \frac{k_f \cdot a_f \cdot b \cdot z}{z_p} \cdot v_{mf} \cdot t_f + 4000 \cdot B_m \cdot v_{mf} \cdot t_f + \frac{1}{2} \cdot B_m \cdot a_f \cdot \rho \cdot v_{mf} \cdot r^2 \cdot \varpi^2 \cdot t_f \text{ [J]}. \quad (7)$$

where: f is the rolling resistance; G_f – the tiller machine weight, in N; k_f – the specific soil resistance to tiller work, in N/m^2; a_f – the work depth, in m; b- the width of one knife, in m; v_{mf} – the tiller machine work speed, in m/s; t_f – the tiller work time, in s; z_p – the knife number placed on the same part of the flange; B_m – the tiller work width, in m; ω – the angular speed of the tiller rotor, in rad/s; ρ – the soil volumetric weight, in N/m^3.

For work conditions characterized through: f = 0.20; G_f = 4650 N; k_f = 120000 N/m^2; b=0.11m; z = 36; z_p = 3; B_m = 1.3 m; ω = 17 rad/s, ρ =1500 daN/m^3 it is obtained the mathematical model (8):

unde: f este rezistența la rulare; G_f – greutatea frezei, în N; k_f rezistența specifică a solului la frezare, în N/m^2; a_f - adâncimea de lucru, în m; b - lățimea cuțitului, în m; v_{mf} - viteza de lucru al frezei, în m/s; t_f - timpul frezării, în s; z - numărul cuțitelor aflate pe rotor; z_p - numărul cuțitelor aflate pe aceeaşi parte a flanşei; B_m - lățimea de lucru a frezei, în m; ω - viteza unghiulară a rotorului, în rad/s; ρ - masa volumetrică a solului, în daN/m^3.

Pentru condițiile de lucru caracterizate prin: f = 0,20; G_f = 4650 N; k_f = 120000 N/m^2; b=0,11m; z = 36; z_p = 3; B_m = 1,3 m; ω = 17 rad/s, ρ =1500 daN/m^3 se obține modelul matematic (8):

$$E_{tf}\left(a_f, v_{mf}, t\right) = 930 \cdot v_{mf} \cdot t + 158400 \cdot a_f \cdot v_{mf} \cdot t_f + 5200 \cdot v_{mf} \cdot t + 18322.42 \cdot a_f \cdot v_{mf} \cdot t_f \text{ [J].} \quad (8)$$

The mathematical model of the energetic consumption for soil work with the leveling machine is built with the formula (9), in which are neglected the energy lost in the machine mechanisms:

Modelul matematic al consumului de energie la lucrarea solului cu nivelatorul se construieşte cu ajutorul formulei (9), în care se neglijează energia pierdută în mecanismele maşinii:

$$E_{tniv} = \left(fG_{niv} + k_{niv} \cdot a_n B + \mu_1 \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot tg\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos^2 \gamma + \mu_2 \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot tg\delta} \cdot \rho \cdot g \right) v_{mn} t_n \text{ [J].} \quad (9)$$

where: f is the rolling resistance; G_{niv} – the leveling machine weight, in N; k_{niv} – the specific soil resistance to leveling work, in N/m^2; a_n – the work depth, in m; B- the width of the leveling machine blade, in m; H – the height of the leveling machine blade, in m; μ_1 – the soil-steel friction coefficient; μ_2 – the soil-soil friction coefficient; δ – the natural embankment angle; v_{mn} – the leveling machine work speed, in m/s; t_n – the leveling work time, in s;

For work conditions characterized through: f = 0.25; G_{niv} = 630 N; k_{niv} = 25000 N/m^2; B=1.2 m, μ_1=0.36; μ_2=0.5; H=0.4 m; δ=60°, γ=90° it is obtained the mathematical model (10):

unde: f este rezistența la rulare; G_{niv} – greutatea nivelatorului, în N; k_{niv} - rezistența specifică a solului la nivelare, în N/m^2; a_n - adâncimea de lucru, în m; B - lățimea lamei, în m; H – înălțimea lamei, m; μ_1 - coeficientul de frecare sol-oțel; μ_2 –coeficientul de frecare între sol-sol; δ – unghiul taluzului natural; v_{mniv} - viteza de lucru al nivelatorului, în m/s; t_n - timpul nivelării, în s.

Pentru condițiile de lucru caracterizate prin f = 0,25; G_{niv} = 630 N; k_{niv} = 25000 N/m^2; B=1,2 m, μ_1=0,36; μ_2=0,5; H=0,4 m; δ=60°, γ=90° se obține modelul matematic (10)

$$E_{tniv}(a_n, v_m, t) = 157.5 \cdot v_{mn} \cdot t_n + 30000 \cdot a_n \cdot v_m \cdot t + 416.18 \cdot v_{mn} \cdot t_n \text{ [J].} \quad (10)$$

The mathematical model of the energetic consumption for soil work with the modeling machine is built with the formula (11), in which are neglected the energy lost in the machine mechanisms:

Modelul matematic al consumului de energie la lucrarea solului cu modelatorul se construieşte cu ajutorul formulei (11), în care se neglijează energia pierdută în mecanismele maşinii:

$$E_{t\,\mathrm{mod}} = f \cdot G_{cul} \cdot v_{mm} \cdot t_{\mathrm{mod}} + k_{\mathrm{mod}} \cdot a_m \cdot b \cdot v_{mm} \cdot t_{\mathrm{mod}} + \varepsilon \cdot a_m \cdot b \cdot v_{mm}^3 \cdot t_{\mathrm{mod}} \text{ [J],} \quad (11)$$

where: f is the rolling resistance; G_{cul} – the modeling machine weight, in N; k_{mod} – the specific soil resistance to the soil modeling work, in N/m^2; a_m – the work depth, in m; b- the width of the ridge plough, in m; v_{mm} – the modeling machine work speed, in m/s; t_{mod} – the modeling work time, in s;

For work conditions characterized through: f = 0.25; G_{cul} = 900 N; k_{mod} = 35000 N/m^2; b = 0.2 m; ε=1700 daN/m^3 it is obtained the mathematical model (12):

unde: f este rezistența la rulare; G_{cul} – greutatea cultivatorului, în N; k_{mod} - rezistența specifică a solului la lucrarea de modelat solul, în N/m^2; a_m - adâncimea de lucru, în m; b - lățimea pieptului rariței, în m; v_{mm} - viteza de lucru al modelatorului, în m/s; t_{mod} - timpul modelării, în s.

Pentru condițiile de lucru caracterizate prin f = 0,25; G_{cul} = 900 N; k_{mod} = 35000 N/m^2; b = 0,2 m; ε=1700 daN/m^{3}se obține modelul matematic (12):

$$E_{t\,\mathrm{mod}}(a_m, v_m, t) = 225 \cdot v_{mm} \cdot t_{\mathrm{mod}} + 7000 \cdot a_m \cdot v_{mm} \cdot t_{\mathrm{mod}} + 340 \cdot a_m \cdot v_{mm}^3 \cdot t_{\mathrm{mod}} \text{ [J],} \quad (12)$$

The mathematical models defined through relations (2), (4), (8), (10) and (12) offer the possibility for designing the mathematical model of the total mechanical energy consumption to the most complex technological variant for germination bed preparing in greenhouses:

Modelele matematice definite prin relațiile (2), (4), (8), (10) şi (12) oferă posibilitatea alcătuirii modelului matematic al consumului de energie mecanică totală la varianta tehnologică cea mai complexă de pregătire a patului germinativ în sere:

$$\begin{aligned} E_t = {} & fG_S \cdot v_{ms} t_S + 2 \cdot k_S \cdot a_S^2 \cdot v_{ms} t_S + \\ & + fG_{ms} \cdot v_{mms} t_{ms} + \frac{\mu \cdot \rho \cdot g \cdot a_{ms}^2 \cdot b_S}{0.45} z \frac{\varpi t_{ms}}{2\pi} v_{mms} t_{ms} + \frac{B_{ms} a_{ms} \rho \cdot v_{mms} \cdot (-4.37)^2}{2} t_{ms} + 0.62 \frac{2\pi}{\varpi} \cdot a_{ms} B_{ms} \rho g \cdot v_{mms}^2 t_{ms} + \\ & + \left(fG_{niv} + k_{niv} \cdot a_n B_n + \mu_1 \frac{B_n \cdot H^2}{2 \cdot tg\delta} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos^2 \gamma + \mu_2 \frac{B_n \cdot H^2}{2 \cdot tg\delta} \cdot \rho \cdot g \right) v_{mn} t_n + \\ & + fG_f \cdot v_{mf} t_f + \frac{k_f \cdot a_f \cdot b_f \cdot z}{z_p} \cdot v_{mf} t_f + \frac{a_f \cdot B_f \cdot \rho \cdot v_p^2}{2} \cdot v_{mf} t_f + R_x \cdot v_{mf} t_f + \\ & + n_r \cdot (fG_{cul} \cdot v_{mm} t_{\mathrm{mod}} + k_{\mathrm{mod}} \cdot a_m \cdot b_c \cdot v_{mm} t_{\mathrm{mod}} + \varepsilon \cdot a_m \cdot b_c \cdot v_{mm}^3 t_{\mathrm{mod}}) \end{aligned} \quad (13)$$

where: a_s – the subsoiler work depth, in m; a_{ms} - the soil digging machine depth, in m; a_n – the leveling machine work depth, in m; a_f – the tiller machine work depth, in m; a_m - the working depth of cultivator of opening ditches,

unde: a_s este adâncimea de lucru a subsolierului, în m; a_{ms} - adâncimea de lucru a maşinii de săpat solul, în m; a_n - adâncimea de lucru a nivelatorului, în m; a_f - adâncimea de lucru a frezei, în m; a_m - adâncimea de lucru a cultivatorului

in m; b_s – one dig width, in m; B_{ms} – the soil digging machine work width, in m; B_n –the leveling machine work width, in m; b_f – the tiller machine knife width, in m; B_f – the tiller machine work width, in m; b_c – the ridge plough chest width, in m; n_r – the channels number on the width of the soil digging machine; the rest of the notations corresponds to those from relations (2), (4), (8), (10) and (12).

The mathematical model of the total energy consumption to prepare the germination bed in greenhouses offers the possibility of the theoretical research of the energetic consumption depending on the work depth and speed.

The variation of the total energy consumption depending on the work depth can be studied only if exists a dependence between the work depths of the equipment that are succeeding in agricultural technology. It is considered asuch dependence like:

pentru deschis rigole, în m; b_s – lățimea unei sape, în m; B_{ms} – lățimea de lucru a maşinii de săpat solul, în m; B_n – lățimea de lucru a nivelatorului, în m; b_f – lățimea cuțitului de freză, în m; B_f – lățimea de lucru a frezei, în m; b_c – lățimea pieptului rariței, în m; n_r – numărul rigolelor pe lățimea de lucru a maşinilor de lucrat solul; iar restul notațiilor corespund celor din relațiile(2), (4), (8), (10) şi (12).

Modelul matematic al consumului total de energie la pregătirea patului germinativ în sere pune la dispoziție posibilitatea cercetării teoretice a consumului energetic în funcție de adâncimea şi de viteza de lucru.

Variația consumului total de energie în funcție de adâncimea de lucru poate fi studiată numai dacă există o dependență între adâncimile de lucru ale echipamentelor care se succed în tehnologie. Se consideră o astfel de dependență, precum:

$$a_{ms} = a_{subsolier} - 0.15;$$
$$a_f = a_{subsoiler} - 0.15;$$
$$a_n = 0.15; \quad (14)$$
$$a_{mod} = 0.15.$$

RESULTS

The variation of the energetic consumption for germination bed preparing in greenhouses depending on the work depth is presented in figure 1. In the energetic consumption of the modeling work was considered that, in practice, the channels processing is realized in two passes, comparative to the others works which are executed in one pass. The graphic built on the base of mathematical model (13) for established work conditions defined in relations (2), (4), (8), (10), (12), proves that by increasing the work depth by 25 % the energetic consumption increaseas with 150 %.

REZULTATE

Variația consumului energetic al pregătirii patului germinativ în sere în funcție de adâncimea de lucru este prezentată în figura 1. În calculul consumului energetic al modelării s-a luat în considerare faptul că, practic, prelucrarea rigolelor se execută în două treceri, față de celelalte lucrări care se execută dintr-o singură trecere. Graficul construit pe baza modelului (13) pentru condițiile concrete de lucru definite în relațiile (2), (4), (8), (10), (12), demonstrează că prin creşterea adâncimii de lucru cu 25 % consumul energetic creşte cu 150 %.

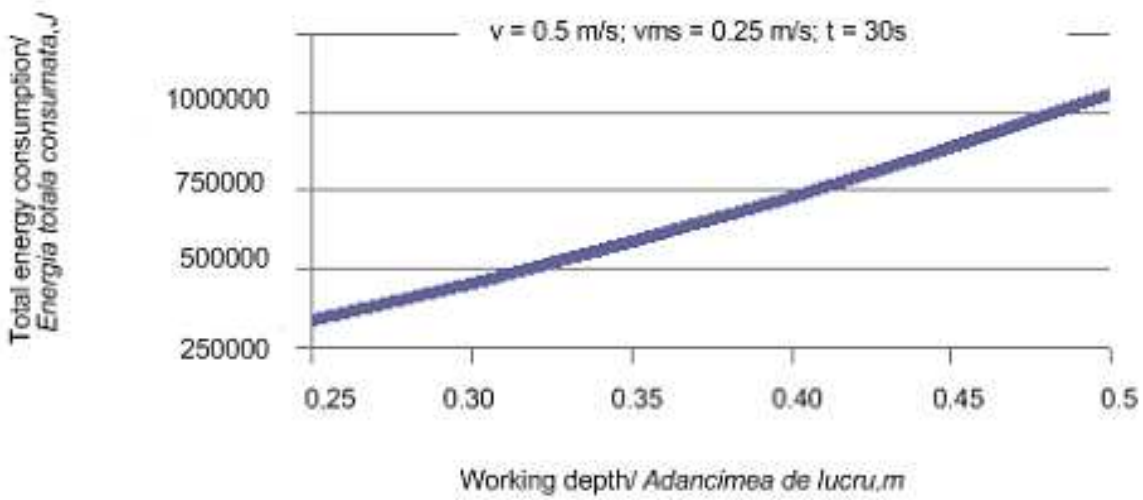


Fig. 1 - Total energy consumption for germination bed preparing in greenhouses, depending on the work depth / *Consumul total de energie la pregătirea patului germinativ în sere în funcție de adâncimea de lucru*

The variation of the total energy consumption depending on the work speed can be studied only if exists a dependence between the work speeds of the equipments which succeed in agricultural technology. It is considered such a dependence:

Variația consumului total de energie în funcție de viteza de lucru poate fi studiată numai dacă există o dependență între vitezele de lucru ale maşinilor care se succed în tehnologie. Se consideră o astfel de dependență, precum:

$$v = v_{ms} = ½ \cdot v_{mms} = v_{mn} = v_{mf} = v_{m\,mod}. \quad (15)$$

The total energy consumption variation for germination bed preparation in greenhouses depending on the work speed is presented in figure 2. Form the diagram based on mathematical model (13) for certain work conditions defined through relations (2), (4), (8), (10), (12) is found that working

Variația consumului total de energie la pregătirea patului germinativ în sere în funcție de viteza de lucru este prezentată în figura 2. Din diagrama construită pe baza modelului (13) pentru condițiile concrete de lucru definite în relațiile (2), (4), (8), (10), (12) se constată că prelucrarea

the same surface with increased speeds can be performed with a smaller total energy consumption. A surface of 9 segments, having the dimension of B_m x 2 x 27 m^2, namely B_mx54 m^2 was considered for calculus. .

aceleiaşi suprafeţe cu viteze mărite se poate efectua cu consum total energetic mai mic. S-a considerat ca suprafaţă de calcul suprafaţa a 9 travee, având dimensiunea de B_m x 2 x 27 m^2, adică B_mx54 m^2.

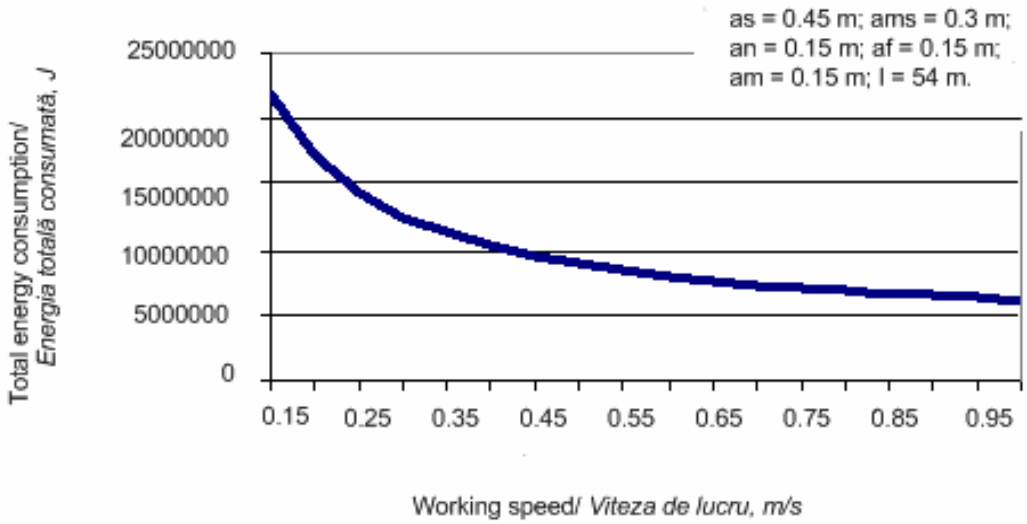


Fig. 2 Total energy consumption for germination bed preparing in greenhouses, depending on the work speed / *Consumul total de energie la pregătirea patului germinativ în sere în funcţie de viteza de lucru*

The theoretical values of the energetic consumption of agricultural machinery used for germination bed preparing in greenhouses, calculated for certain work conditions defined in relations (2), (4), (8), (10) and (12) are written in table 2.

Valorile teoretice ale consumului energetic al maşinilor folosite la pregătirea patului germinativ în sere, calculate pentru condiţiile concrete de lucru definite în relaţiile (2), (4), (8), (10) şi (12) sunt trecute în tabelul 2.

Table 2 / *Tabelul 2*

Theoretical energetic consumption of the agricultural machines used to germination bed preparing in greenhouses / *Consumul energetic teoretic al maşinilor folosite la pregătirea patului germinativ în sere*

Soil working machine/ *Maşina de lucrat solul*	**Working conditions/ *Condiţii de lucru:*** ▪ ***v_m= 0.5 m/s*** ▪ ***t = 30s***	***Total energetic consumption / Consum total de energie*** **[J]**	***Specific energetic consumption/ Consum specific de energie,*** **[J/m^2]**
Subsoiler / *Subsolier*	a_{sr}= 0.45 m / *a_{sr}= 0,45 m*	214425	15883.33 / *15883,33*
Soil digging machine / *Maşină de săpat solul*	a_{ms}= 0.30 m / *a_{ms}= 0,30 m*	969923.1 / *969923,1*	46186.8 / *46186,8*
Rotary tiller / *Freză*	a_f = 0.20 m / *a_f = 0,20 m*	621847.3 / *621847,3*	31889.6 / *31889,6*
Rotary tiller / *Freză*	a_f= 0.15 m / *a_f= 0,15 m*	489305.4 / *489305,4*	25092.6 / *25092,6*
Leveling machine / *Nivelator*	a_n= 0.15 m / *a_n= 0,15 m*	76409.4 / *76409,4*	4245
Modeling machine / *Modelator*	a_m= 0.15 m / *a_m= 0,15 m*	19316.25 / *19316,25*	6438.75 / *6438,75*

Based on data obtained through theoretical calculus, it can be determined the energy consumption of the technological variants for germination bed preparation in greenhouses (tab.2) for certain work conditions.

From table 3 results that the technological variant 1, which has mechanized all germination bed preparing works, presents the largest energy consumption. The components of the energy consumption are presented in figure 3.

From table 2 and figure 3 results that the largest energy consumption part of the germination bed preparation is formed by the energetic consumption of the digging and tiller works.

The digging work energy consumption, in given concrete work conditions, represents 54.22% from the total energy and the tiller work energy consumption represents 27.35% from the total energy consumption of the technological variant.

From table 3 are observed that variants 2 and 3 vary between them through executing the base works with different equipments. It is obtained a total energetic consumption and specific energetic consumption better for the technological variant in which misses the soil digging machine, being used the tiller machine which works at a 0.2 m depth.

Pe baza datelor obţinute prin calcule teoretice, se poate determina consumul de energie al variantelor de tehnologie la lucrările de pregătire a patului germinativ în sere (tab. 2) pentru condiţiile concrete de lucru.

Din tabelul 3 reiese că varianta 1 de tehnologie, având toate lucrările de pregătire a patului germinativ mecanizate, prezintă cel mai mare consum de energie. Elementele consumului energetic sunt prezentate în figura 3.

Din tabelul 2 şi figura 3 rezultă că cea mai mare parte a consumului de energie al lucrării de pregătire a patului germinativ o formează consumurile energetice ale lucrărilor de săpare şi de frezare.

Consumul de energie al lucrării de săpare, în condiţiile concrete de lucru precizate, constituie 54,22% din totalul de energie, iar consumul energetic al frezei reprezintă 27,35% din totalul consumului de energie al variantei de tehnologie.

Din tabelul 3 se observă că variantele 2 şi 3 diferă între ele prin executarea lucrării de bază cu diferite maşini, obţinându-se un consum energetic total, cât şi specific mai bun, în favoarea variantei din care lipseşte maşina de săpat solul, ea fiind înlocuită cu freza care lucrează la adâncimea de 0,2 m.

Table 3 / *Tabelul 3*

Theoretical energy consumption to technological variants of the germination bed preparing in greenhouse /
Consumuri de energie teoretice la variantele tehnologice de pregătie a patului germinativ în sere

Technological variants/ *Variante tehnologice*						Energy consumption / *Consum de energie*	
						total */total, J*	specific / *specific, J/m²*
1	Subsoiler/ *Subsolier*	Soil digging machine / *Maşină de săpat*	Leveling machine/ *Nivelator*	Rotary tiller/ *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*	1788695	109130.7 / *109130,7*
2	Subsoiler/ *Subsolier*	Soil digging machine / *Maşină de săpat*	-	Rotary tiller/ *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*	1712286	104885.7 / *104885,7*
3	Subsoiler/ *Subsolier*	Rotary tiller /*Freză* 0,2m	-	Rotary tiller/ *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*	1360790	90413.1 / *90413,1*
4	-	Soil digging machine / *Maşină de săpat*	Leveling machine / *Nivelator*	Rotary tiller/ *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*	1574270	77364
5	-	Soil digging machine / *Maşină de săpat*	-	Rotary tiller/ *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*	1497861	73119
6	-	Rotary tiller / *Freză* 0,2m	-	Rotary tiller/ *Freză*	Modeling machine/ *Modelator*	1146365	58646.4 / *58646,4*
7	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	Leveling machine/ *Nivelator*	Rotary tiller/ *Freză*	-	1535638	75524.4 / *75524,4*
8	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	-	Rotary tiller/ *Freză*	-	1459229	71279.4 / *71279,4*
9	-	Freză / 0,2m	-	Rotary tiller/ *Freză*	-	1107733	56806.8 / *56806,8*
10	-	Soil digging machine/ *Maşină de săpat*	-	-	-	969923.1 / *969923,1*	46186.8 / *46186,8*

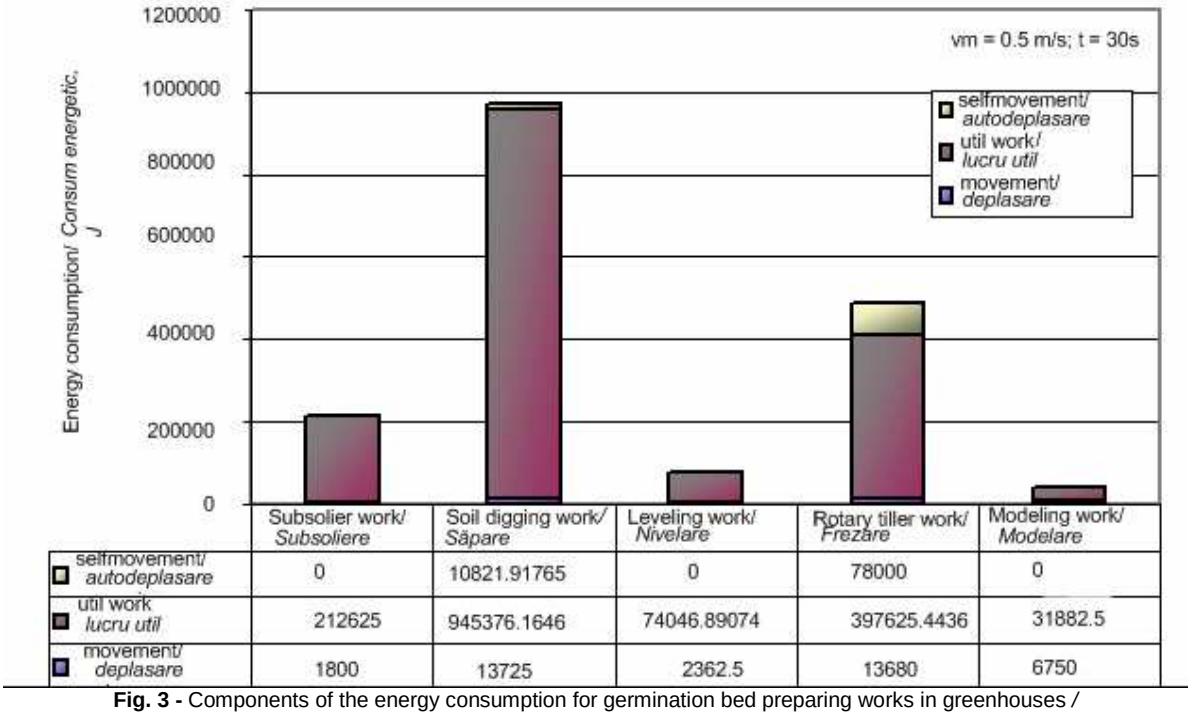


Fig. 3 - Components of the energy consumption for germination bed preparing works in greenhouses /
Elementele consumului energetic al lucrărilor de pregătire a patului germinativ în sere

In table 4 are presented the real specific energy consumptions experimentally determined for soil digging works in greenhouses with MSS 1.40 machine and with the carried rotary tiller FPP 1.30, for no-load movement and work movement [2], in which C_{fe} represents the efficiency of use of the total energy for the utile work which can be calculated with relation (16):

În tabelul 4 se prezintă consumurile specifice de energie reale determinate experimental pentru lucrările de săpat solul în sere cu maşina MSS 1,40 şi cu freza purtată FPP 1,30, pentru deplasarea în gol şi deplasarea în lucru [2], în care C_{fe} reprezintă randamentul de folosire a energiei totale pentru lucrarea propriu-zisă, care se poate calcula cu relația (16):

$$C_{fe} = \frac{C_{cs} - C_{cg}}{C_{cs}} \cdot 100[\%], \qquad (16)$$

and P_{gt} represents the energy consumption share to no-load movement from the total energy consumption, which can be calculated with relation (17):

iar P_{gt} reprezintă ponderea consmului de energie la mersul în gol în totalul consumului de energie, care se poate calcula cu relația (17) :

$$P_{gt} = \frac{C_{cg}}{C_{cs}} \cdot 100[\%]. \quad (17)$$

In relations (16) and (17) C_{cs} and C_{cg} represents the energy consumption to work movement, respectively to no-load movement of the considered technical system.

În relațiile (16) şi (17) C_{cs} şi C_{cg} reprezintă consumul de energie la deplasarea în sarcină, respectiv la deplasarea în gol a sistemului tehnic considerat.

Table 4 / *Tabelul 4*

Average specific consumption for digging and rotarry tiller agricultural works /
Consumurile specifice medii ale lucrărilor de săpare si frezare

Researched works/ ***Lucrări cercetate***	**Experimental specific consumption to no-load movement /** ***Consum specific experimental în gol, J/m²***	**Experimental specific consumption to work movement/** ***Consum specific experimental în sarcină, J/m²***	***C_{fe}, %***
Digging with 1.40, a = 0.3 m / *Sapat cu* MSS – 1,40; a = 0,3 m	43652.63 / *43652,63*	116037	62.38043 / *62,38043*
Tiller with 1.30, a = 0.2 m / *Frezat cu* FPP – 1,30, a = 0,2 m	47240.41 / *47240,41*	77481.17 / *77481,17*	39.02982 / *39,02982*

Data form table 4 are represented graphic in figure 4.

Datele din tabelul 4 sunt reprezentate grafic în figura 4.

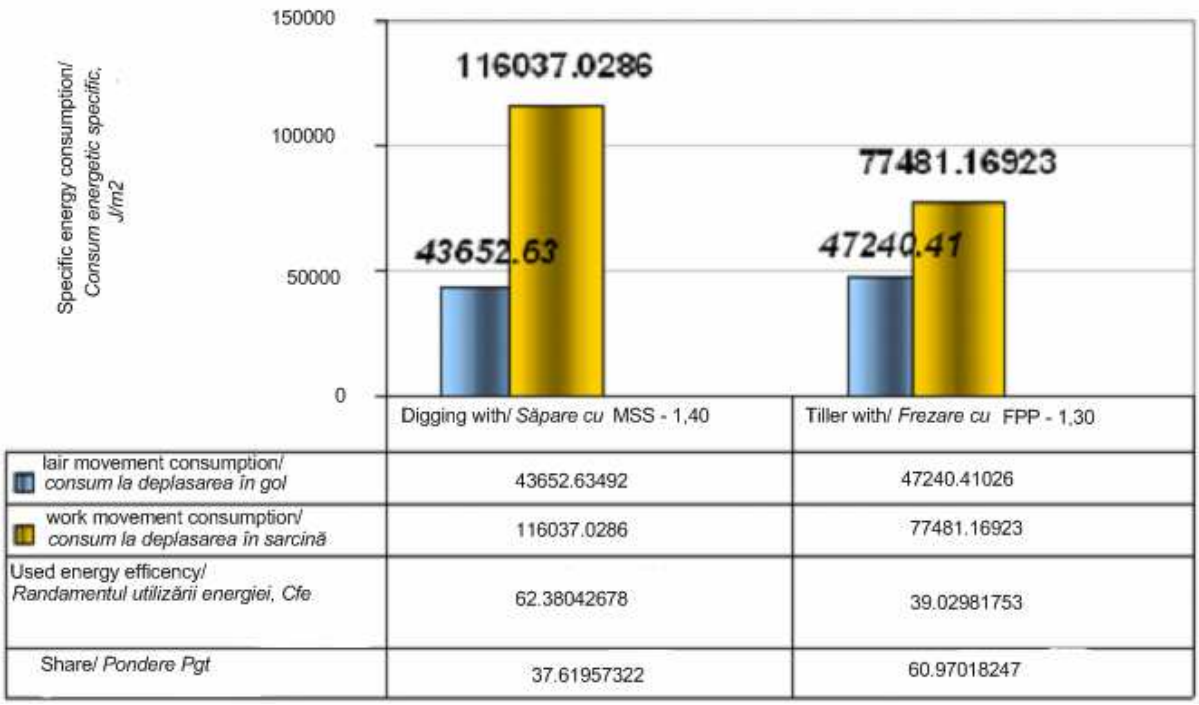


Fig. 4. Average specific energy consumption to digging and tiller soil works in greenhouses /
Consumurile specifice medii la lucrările de săpare şi frezare a solului în sere

From data presented in table 4 and figure 4 results that the energy introduced in the system to the digging work is utilized with a better efficiency, respectively 62.38%, than in the case of the tiller work when it is 39.02%. It results that neglecting the soil digging machine in the germination bed preparing in greenhouses technology is not justified.

Very important are the specific energetic consumption for no-load movement of the considerate agricultural systems, which have values of 43652.63 J/m^2 representing 37.6% from the work total specific consumption with the digging machine and of 47240.41 J/m^2 representing

Din datele prezentate în tabelul 4 şi figura 4 rezultă că energia introdusă în sistem la lucrarea de săpare se utilzează cu un randament mai bun, respectiv 62,38%, decât în cazul lucrării de frezare, când acesta este de 39,02%. Rezultă că neglijarea maşinii de săpat solul în tehnologia pregătirii patului germinativ în sere nu se justifică.

Deosebit de importante sunt consumurile energetice specifice pentru deplasarea în gol a sistemelor agricole considerate, care au valori de 43652,63 J/m^2, reprezentând 37,6% din consumul specific total al lucrării cu maşina de săpat şi de 47240,41 J/m^2, reprezentând aproximativ 61%

approximately 61% from the total specific consumption to soil work with the rotary tiller machine.

For this reason finding the best movement solution, but also the designing or purchasing some lighter agricultural equipment can contribute to reduce the fuel specific consumption for germination bed preparing in greenhouses work.

CONCLUSIONS

1. For all the studied equipment the energetic consumption reduction for movement can be assured through reducing their weight starting with designing and fabrication phase, by using some lighter materials, but suitable in terms of resistance to mechanical solicitations. The reducing of the rolling coefficient can be obtained by using wheels with diameters and widths as big as possible and with low pressure tire.

2. If it is done a analysis of the specific energetic consumption of the equipment which can be implicated in germination bed preparing in greenhouses is found that the soil digging machine has the largest energetic consumption (46.186.8 J/m^2) working at 0.3m depth, followed by the rotary tiller which works at 0.20 m depth (31.889 J/m^2) and the subsoiler machine (15.883.33 J/m^2), leveling machine(4.245 J/m^2) and cultivator for channels opening (6438.75 J/m^2) have the smallest specific energetic consumption.

3. With these information were calculated the total and specific energetic consumptions for different technological variants for germination bed preparation in greenhouse. Naturally the largest total consumption presents the technologies which implies all of the 5 equipment (1.788.695 J), but these situations are rarely meet in practice. For concrete researched work case was found that the soil digging work represents 54.22% and the tiller work represents 27.35% from the total energetic consumption of the technological variant which includes all the possible mechanized works for germination bed preparation.

4. Analyzing the influence of the depth and movement speed works over the total energetic consumption is found that at the soil digging machine these ones decrease with the speed increasing and increases with the increase of the work depth, similar situation in the case of tiller work. It is found also that in all cases the specific energetic consumption for soil work with rotary tiller is larger than in the case of soil work with the soil digging machine, so the rotary tiller is a larger energetic consumer than the soil digging machine for identical work conditions, so using the soil digging machine is justified in profound soil loosening works.

5. Very important are the specific energetic consumption for lair movement of the considerated agricultural systems, which have values of 43652.63 J/m^2 representing 37.62% form the soil work total specific consumption with the soil digging machine and of 47240.41 J/m^2 representing 61% from the soil work total specific consumption with the rotary tiller.

For this reason finding the best movement solution, but also designing and buying some lighter agricultural equipments can contribute to reducing the specific fuel consumption for germination bed preparing in greenhouses work.

Aknowlegement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme of Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/6/1.5/S/ ID 59321.

REFERENCES

[1]. Căproiu St., s.a. (1982) – *Agricultural Machineries for Soil Working, Sowing and Cultures Maintenance*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest.

din consumul specific total la lucrarea solului cu freza agricolă.

Din acest motiv găsirea celei mai bune soluții de deplasare, dar şi proiectarea sau achiziționarea unor echipamente agricole mai uşoare pot contribui la reducerea consumului specific de combustibil la lucrările de pregătire a patului germinativ în sere.

CONCLUZII

1. La toate echipamentele studiate reducerea consumului energetic pentru deplasare se poate asigura prin reducerea greutății acestora încă din faza de proiectare şi fabricare, prin folosirea unor materiale mai uşoare, dar corespunzătoare sub aspectul rezistenței la solicitările mecanice. Reducerea coeficientului de rezistență la rulare se poate obține prin folosirea roților cu diametre şi lățimi cât se poate de mari şi presiuni în pneuri mai scăzute.

2. Dacă se face o analiză a consumurilor energetice specifice ale echipamentelor ce pot fi implicate în pregătirea patului germinativ în sere se constată că cel mai mare consum îl are maşina de săpat solul (46186,8 J/m^2) lucrând la 0,3m adâncime, urmată de freza care lucrează la adâncimea de 0,20 m (31889 J/m^2), iar cele mai reduse consumuri energetice specifice le prezintă subsolierul (15883,33 J/m^2), nivelatorul (4,245 J/m^2) şi cultivatorul pentru deschis rigole (6438,75 J/m^2).

3. Având aceste informații s-au calculat consumurile energetice totale şi specifice ale diferitelor variante tehnologice de pregătire a patului germinativ în sere. În mod firesc cele mai mari consumuri totale le au tehnologiile ce implică toate cele 5 echipamente (1788,695 J), dar asemenea situații se întâlnesc rar în practică. Pentru cazul concret de lucru cercetat s-a constatat că lucrarea de săpare reprezintă 54,22%, iar frezarea 27,35% din consumului energetic total al variantei de tehnologie care cuprinde toate lucrările mecanizate posibile de pregătire a patului germinativ.

4. Din analiza influențelor adâncimii si vitezelor de lucru asupra consumurilor energetice totale se constată că la maşina de săpat acestea scad cu creşterea vitezei şi cresc cu creşterea adâncimii de lucru, situație similară şi în cazul lucrării cu freza. Se mai constată în toate cazurile consumul energetic specific la lucrarea solului cu freza este mai mare decât în cazul lucrării cu maşina de săpat, adică freza este un consumator energetic mai mare decât maşina de săpat pentru condiții identice de lucru, astfel că folosirea maşinii de săpat se justifică la mobilizarea profundă a solului.

5. Deosebit de importante sunt consumurile energetice specifice pentru deplasarea în gol a sistemelor agricole considerate, care au valori de 43652,63 J/m^2 reprezentând 37,62% din consumul specific total al lucrării solului cu maşina de săpat şi de 47240,41 J/m^2 reprezentând aproximativ 61% din consumul specific total la lucrarea solului cu freza agricolă.

Din acest motiv găsirea celei mai bune soluții de deplasare, dar şi proiectarea sau achiziționarea unor echipamente agricole mai uşoare pot contribui la reducerea consumului specific de combustibil la lucrările de pregătire a patului germinativ în sere.

Aknowlegement

Această lucrare este sprijinită de Programul Operațional Sectorial de Dezvoltare a Resurselor Umane (SOP HRD), finanțat de Fondul Social European si de Guvernul României în carul proiectului numărul POSDRU/6/1.5/S/ ID 59321.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Căproiu Şt., ş.a. (1982) - *Maşini agricole de lucrat solul, semănat şi întreținere a culturilor,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

[2]. Ceausescu I. (1984) - *General and Special Vegetables*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest.
[3]. Cojocaru I., Marin E. (2005) - *Research Regarding the Realisation of Some Technical Equipment for Works in Greenhouses,* INMATEH II 2005, pg. 21-31, Bucharest;
[4]. Mitroi A. (1989) - *Energetic Aspects Connected to Warehouses Construction and Exploitation*, Inf. Agr. Bulletin ASAS, Bucharest;
[5]. Toma D., s.a. (1984) - *Economical Energy Usage in Agricultural Mechanization*, Ceres Publishing House, Bucharest.

[2]. Ceauşescu I. (1984) - *Legumicultură generală şi specială*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;
[3]. Cojocaru I., Marin E. (2005) - *Cercetări privind realizarea unor echipamente tehnice destinate lucrărilor în sere*, INMATEH II 2005, pag. 21-31, INMA Bucureşti;
[4]. Mitroi A. (1989) - *Aspecte energetice legate de construcția şi exploatarea serelor*, Buletin inf. agr. ASAS, Bucureşti;
[5]. Toma D., ş.a. (1984) - *Folosirea economică a energiei în mecanizarea agriculturii*, Editura Ceres, Bucureşti.

EXPERIMENTAL RESEARCHES REGARDING THE SOIL COMPACTION IN THE FORESTRY NURSERIES
/
CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND COMPACTAREA SOLULUI ÎN PEPINIERELE FORESTIERE

Ph.D. Eng. Boja N., Ph.D. Eng. Boja F.
- "Vasile Goldiş" Western University of Arad, Faculty of Engineering -
Tel/Fax: 0257.251566;E-mail: bojanicu@yahoo.com

Abstract: *Soil compaction assumes volume compression of the soil under the action of external factors. As solid particles can not be compressed, the air pockets between them reduce and therefore through compaction the dimensions of the pores are modified, their distribution and also the soil durability. The degree of compaction of the soil can be estimated through apparent density, total porosity and degree of settling.*

The ground compaction in the forestry nurseries is characterized by the increase of the apparent density, the reduction of the total porosity, of the hydraulic conductivity and of the air permeability. These modifications influence the air and water mobility into the soil.

The processing of the soil can produce or avoid the soil compaction. The excessive processing can favour the pulverization of the structure of the soil with effects on the compaction at the surface. On certain soils, through repeated tillage with a disc harrow at the same depth can lead to the formation of compacted strata under the working depth.

In general, the capacity of the soil to resist to compaction reduces itself while its humidity increases. When the soil is too humid, its plasticity and adherence are high and thus, the structural aggregates can be easily deteriorated. The result is the soil compaction.

The research in cause has as a purpose the identification of the technical means of optimal mechanisation used in the forest nurseries, which are meant to lead to decreasing the degree of compaction, rising the qualitative level of the works.

The purpose of the research is scientifically motivated through the necessity of introducing new tools for the execution of the works implied in soil preparation with minimum influences upon settlement activity.

The research has been carried out in three forest nurseries from Forestry Department Arad, during 2006-2008, on different soil types. In the present paper, we display the results obtained after working the soil in the classical tillage system and minimum tillage system related to the physical and mechanical properties. The work systems applied have been: classical tillage system (plough + disc 2X) and minimum tillage system (paraplow+ harrow).

The usefulness of this paper lays in the research data gathered, processed, analyzed and exploited in order to provide a pertinent study material, which could be effectively used by the specialists in the design of obtaining seedlings in the forestry nurseries and the choice of the tillage system for the optimal soil.

Keywords: *compaction, compression degree, soil tillage*

INTRODUCTION

Together with the action of climatic nature, the soil, as a system, suffers from the influences of mechanical nature, related on one hand to the tillage process and, on the other hand, to the passing of equipments. According to the characteristics of the tools used and of the exploitation

Rezumat: *Compactarea solului presupune comprimarea volumului acestuia sub acțiunea factorilor externi. Cum particulele solide nu pot fi compresate, se reduc spațiile poroase, astfel că prin compactare, se modifică dimensiunea porilor, distribuția acestora şi durabilitatea solului. Gradul de compactare al solului poate fi estimat prin densitatea aparentă, porozitatea totală şi gradul de tasare.*

Compactarea terenurilor din pepinierele forestiere este caracterizată prin creşterea densității aparente, scăderea porozității totale, a conductivității hidraulice şi permeabilității aerului. Aceste modificări influențează mobilitatea aerului şi apei în sol.

Lucrările solului pot provoca sau evita compactarea solului. Lucrările excesive pot favoriza pulverizarea structurii solului cu efecte asupra compactării de suprafață. Pe unele soluri, datorită execuției repetate a arăturilor şi a grăpării la aceeaşi adâncime sunt favorizate formarea straturilor compacte sub adâncimea de lucru.

În general, capacitatea solului de a rezista compactării se reduce pe măsură ce umiditatea acestuia creşte. Când solul este prea umed plasticitatea şi aderența acestuia sunt mari, astfel că agregatele structurale pot fi uşor deteriorate. Rezultanta este compactarea.

Cercetările de față au drept scop stabilirea mijloacelor tehnice de mecanizare optime, utilizate în pepinierele forestiere, menite să ducă la reducerea gradului de compactare, la ridicarea nivelului calitativ al lucrărilor.

Scopul cercetărilor este motivat ştiințific datorită necesității introducerii unor utilaje în vederea executării lucrărilor de pregătire a solului cu influențe minime asupra tasării.

Cercetările au fost realizate în cadrul a trei pepiniere forestiere din Direcția Silvică Arad, între anii 2006-2009, pe diferite tipuri de soluri. În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele obținute în urma prelucrării solului în sistem clasic şi în sistem minim asupra unor proprietăți fizico-mecanice. Sistemele de lucrare aplicate au fost: sistem clasic (plug + disc2X) şi sistem minim (paraplow + grapă rotativă).

Utilitatea lucrării de față rezidă în datele de cercetare culese, prelucrate, analizate şi valorificate în vederea furnizării unui material de studiu pertinent, care, întradevăr să poată fi folosit de specialişti în proiectarea procesului de obținere a puieților în pepinierele forestiere, şi de alegere a sistemului de pregătire a solului optim.

Cuvinte cheie: *compactare, grad de tasare, prelucrarea solului*

INTRODUCERE

Alături de acțiunea de natură climatică, solul ca şi sistem suferă din cauza influențelor de natură mecanică, legate pe de o parte de procesul de prelucrare şi pe de altă parte de trecerea utilajelor. Primele sunt extrem de diverse, conform

conditions, the first ones are extremely diverse, being conceived to break up the superior part of the soil. The passing of the equipments represents another way of destroying the texture of the soil, and to favour the apparition of the compaction phenomenon, at some point, in unfavourable climactic conditions, imposed by the cultural calendar.

In the last decades, an enormous quantity of energy was spent at a global level to reduce the negative influences of the soil compaction caused by the influence of the anthropogenic activities. This research is justified by the existence of great agricultural area with compressed soils with weak aeration and weak development of the root of the forestry saplings. [3]

The soil compaction occurs at a certain degree of soil deformation. This fact can be noticed in the mass of the soil through the diminution of the structural pores, and thus the structural aggregates take the form of continuous facies. [4]

The soil degradation is influenced by a series of factors of mechanical, physicochemical and biological nature. The numerous and inappropriate mechanical works contribute to the destruction of the soil structure. [1]

The soil structure and, implicitly, the properties which derive from it, represent both a morphological index, characterizing different genetic types of soil, and an agronomic index, determining, in an indirect way, its fertility. The agronomic value of the structure is given by its influence on the settlement, of the rule of water and air. [2]

The degradation consists in the elongation and flattening of the aggregates, the apparition of the edges and corners, through a stocky settlement, the increase of the ratio of dusty material which, through the rain action, forms mud and passes through different states of plasticity, to finally harden and crack. [5]

The ground compaction in the forestry nurseries is characterized by the increase of the apparent density, the reduction of the total porosity, of the hydraulic conductivity and of the air permeability. These modifications influence the air and water mobility in the soil.

The soil compaction supposes the compression of its volume because of external factors. As the solid particles can not be compressed, the porous spaces are reduces and consequently, the compaction modifies the dimension of the pores, their distribution and the soil durability.

The soil compression degree can be estimated through apparent density, total porosity and compression degree.

Firstly, the compaction is due to the mechanical forces created by the traffic of the layouts and/or operations of soil processing with a high rate of humidity.

The traffic of the layouts on the arable surfaces represents the main factor which contributes to the severe compaction of soils, more often in the last 10-20 years when the weight and dimension of the layouts grew considerably.

When the potential of compaction of a layout is evaluated, one must take into consideration the contact pressure created by the wheels of the tractors on the soil and the total upload on the axis. [4]

MATERIAL AND METHOD

The research has been carried out in three forest nurseries of Forestry Department Arad, during 2006-2009, on different soil types (Iarac: alluvial vertic - gleyed; Agrisul Mare: luvisol; Iosasel: eutricambosol). In the present paper, we display the results obtained after the working of the soil in the classical tillage system and minimum tillage system on the physical and mechanical properties. The work

caracteristicilor utilajelor şi a condiţiilor de exploatare, fiind de altfel concepute pentru fragmentarea şi afânarea părţii superioare a solului. Trecerea utilajelor reprezintă un alt mod de distrugere a texturii solului, precum şi a favorizării apariţiei fenomenului de compactare, adesea în condiţii climatice nefavorabile, impuse şi de calendarul cultural.

În ultimele decenii s-a cheltuit pe plan mondial o cantitate mare de energie pentru a reduce influenţele negative ale compactării solurilor, datorată influenţei activităţilor antropice. Aceste cercetări se justifică prin existenţa unor suprafeţe agricole mari cu soluri tasate, cu slabă aeraţie şi slabă dezvoltare a rădăcinilor puieţior forestieri. [3]

Compactarea solurilor apare la un anumit grad al deformării solului. Acest fapt poate fi observat în masa solului prin diminuarea mărimii porilor structurali, iar agregatele structurale iau forma de facies continuu. [4]

Degradarea solului este influenţată de o serie de factori de natură mecanică, fizico-chimică şi biologică. Lucrările mecanice prea numeroase şi necorespunzătoare, contribuie la distrugerea structurii solului. [1]

Structura solului şi implicit însuşirile care decurg din aceasta, reprezintă atât un indice morfologic, caracterizând diferite tipuri genetice de sol, cât şi un indice agronomic, determinând în mod indirect fertilitatea acestuia. Valoarea agronomică a structurii este dată în special de influenţa acesteia asupra stării de aşezare, a regimului de apă şi aer. [2]

Degradarea constă în alungirea şi turtirea agregatelor, apariţia de muchii şi colţuri, printr-o aşezare îndesată, creşterea ponderii materialului prăfos, care sub acţiunea ploilor formează noroi şi trece prin diferite stări de plasticitate, ca în final să se întărească şi să crape. [5]

Compactarea terenurilor din pepinierele forestiere este caracterizată prin creşterea densităţii aparente, scăderea porozităţii totale, a conductivităţii hidraulice şi permeabilităţii aerului. Aceste modificări influenţează mobilitatea aerului şi apei în sol.

Compactarea solului presupune comprimarea volumului acestuia sub acţiunea factorilor externi. Cum particulele solide nu pot fi compresate, se reduc spaţiile poroase, astfel că prin compactare, se modifică dimensiunea porilor, distribuţia acestora şi durabilitatea solului.

Gradul de compactare al solului poate fi estimat prin densitatea aparentă, porozitatea totală şi gradul de tasare.

Compactarea este datorată în primul rând forţelor mecanice create de traficul utilajelor şi/sau operaţiilor de prelucrare a solurilor cu un grad ridicat de umiditate.

Traficul utilajelor pe suprafeţele arabile reprezintă principalul factor care contribuie la compactarea severă a solurilor cu atât mai mult cu cât în ultimii 10-20 de ani, greutatea şi dimensiunea utilajelor au crescut considerabil.

Când se evaluează potenţialul de compactare a unui utilaj, trebuie luată în considerare presiunea de contact creată de roţile tractorului asupra solului şi încărcarea totală pe axă. [4]

MATERIAL ŞI METODĂ

Cercetările au fost realizate în cadrul a trei pepiniere forestiere din Direcţia Silvică Arad, între anii 2006-2009, pe diferite tipuri de soluri. În lucrarea de faţă sunt prezentate rezultatele obţinute în urma prelucrării solului în sistem clasic şi în sistem minim asupra unor proprietăţi fizico-mecanice. Sistemele de lucrare aplicate au fost: sistem clasic (plug + disc2X)

systems applied have been: classical tillage system (plough + disc 2X) and minimum tillage system (paraplow + harrow).

The usefulness of this paper lays in the research data gathered, processed, analyzed and exploited in order to provide a pertinent study material, which could be effectively used by the specialists in the design of obtaining saplings in the forestry nurseries and the choice of the tillage system for the optimal soil.

There were taken samples in the natural settlement with metallic cylinders of 100 cm^3, in order to determine the physical properties at three levels in depth (0-10; 10-20; 20-30 cm); for each sample, the sampling was repeated six times, after the execution of each technical work.

Assessing state of placement of soil is best played using a synthetic indicator which shows that the compaction levels and the total porosity deficit are met. This indicator is the degree of compaction, resulting from the relationship (1):

şi sistem minim (paraplow + grapă rotativă).

Utilitatea lucrării de față rezidă în datele de cercetare culese, prelucrate, analizate şi valorificate în vederea furnizării unui material de studiu pertinent, care, întradevăr să poată fi folosit de specialişti în proiectarea procesului de obținere a puieților în pepinierele forestiere, şi de alegere a sistemului de pregătire a solului optim.

S-au prelevat probe în aşezare naturală cu cilindrii metalici de 100 cm^3, în vederea determinării unor însuşiri fizice pe trei adâncimi (0-10; 10-20; 20-30 cm); pentru fiecare probă parcurgându-se şase repetiții, recoltate în urma fiecărei lucrări tehnice executate.

Aprecierea stării de aşezare a solului este cel mai bie redată utilizând un indicator sintetic care arată că sunt întrunite nivelurile de tasare şi deficitul de porozitate totală. Acest indicator este gradul de tasare, care rezultă din relația (1):

$$G_T = \frac{P_{MN} - P_T}{P_{MN}} \times 100 \text{ , [\%]} \quad (1)$$

where: G_T is soil compression degree;
P_{MN} - porosity minimum required, %;
P_{MN}= 45+0.163 X A
A – clay content < 0.002 mm;
P_T – total porosity, %.

unde: G_T este gradul de tasare;
P_{MN} - porozitatea minim necesară, în %;
P_{MN}= 45+0,163 X A
A – conținutul de argilă < 0,002 mm;
P_T - porozitatea totală, în %.

RESULTS

The apparent density is one of the main indicators of the settlement of the soil and also one of the determining factors of some of the properties of the soil.

High values of the apparent density signify the decrease of the capacity to retain water, of the permeability, of aeration and the increase of the mechanical resistance opposed by the soil at works and moreover at the penetration of the roots; low apparent density can reduce sometimes the bearing, making difficult the traffic and the execution of the processing works of the germination bed.

The porosity (the lacunar space) registers higher values while the content of the soil grows in organic matter and offers some important indications in relation with some of the properties of the soil. Thus, high values indicate a high capacity to retain water.

The absolute values of the apparent density or of the total porosity cannot be interpreted accordingly in order to appreciate the state of settlement of the soil, because their practical significance is very different from soil to soil according to their texture.

The determination of the settlement of the soil is well taken by using a synthetic indicator which shows that the compression level and the deficit of total porosity are met.

The indicator which includes the apparent density (total porosity) and takes into account the soil texture is the compression degree. [1]

Apart from its significance as general indicator of its state of settlement, the compression degree practically reflects the state of breaking up and compression of the soil. In certain situations, the elimination of the soil compaction is difficult to be carried out, but it is possible to minimize it through the proper soil management.

It is easier to avoid the compaction rather than to eliminate it after its installation, because the correction measures can be expensive and can not totally solve the problem. [3]

The results of the research are presented though average values according to the physical-mechanical factor analyzed, for the three sampling depths as it follows: the apparent density in table 1, the total porosity in table 2, and the compression degree in table 3.

REZULTATE

Densitatea aparentă este unul din principalii indicatori ai stării de aşezare a solului şi totodată unul din factorii determinanți ai multora din celelalte însuşiri ale solului.

Valori mari ale densității aparente înseamnă scăderea capacității de reținere a apei, a permeabilității, a aerației şi creşterea rezistenței mecanice opuse de sol la lucrări şi mai ales la pătrunderea rădăcinilor; iar densități aparente mici pot reduce în unele cazuri portanța, făcând dificil traficul şi executarea lucrărilor de pregătire a patului germinativ.

Porozitatea (spațiul lacunar) înregistrează valori mai mari pe măsură ce creşte conținutul solului în materie organică şi oferă unele indicații importante în legătură cu unele însuşiri ale solului. Astfel, valori mari ale ei indică o capacitate ridicată de reținere a apei.

Valorile absolute ale densității aparente sau ale porozității totale nu pot fi interpretate în mod corespunzător pentru a aprecia starea de aşezare a solului deoarece semnificația lor practică este foarte diferită de la sol la sol în funcție de textura acestuia.

Aprecierea stării de aşezare a solului este cel mai bine redată utilizând un indicator sintetic care arată că sunt întrunite nivelurile de tasare şi deficitul de porozitate totală.

Indicatorul care include atât densitatea aparentă (porozitatea totală) şi ține cont şi de textura solului este gradul de tasare. [1]

Pe lângă semnificația lui ca indicator general al stării de aşezare, în practică, gradul de tasare reflectă starea de afânare sau de compactare (tasare) a solurilor.

În unele situații, eliminarea compactării solului este foarte greu de realizat, dar este posibilă, minimizarea acesteia prin managementul corect al solului.

Este mult mai uşor să eviți compactarea decât să o elimini după instalare, deoarece, măsurile de corecție pot fi foarte costisitoare şi pot să nu rezolve în întregime problema. [3]

Rezultatele cercetărilor sunt redate prin valori medii în funcție de factorul fizico-mecanic analizat, pe trei adâncimi de prelevare, după cum urmează: densitatea aparentă în tabelul 1, porozitatea totală în tabelul 2 şi gradul de tasare în tabelul 3.

Table 1 / *Tabelul 1*

Average values of the apparent density in comparison with the sampling depth and the technical works done / *Valorile medii ale densității aparente în raport cu adâncimea de prelevare şi lucrările tehnice efectuate*

Nursery / *Pepiniera*	**Soil tillage/ Lucrările solului**		**Apparent density / *Densitatea aparentă***		
			0-10	**10-20**	**20-30**
Iarac	Witness sample / Proba martor		1.76 / *1,76*	1.75 / *1,75*	1.73 / *1,73*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	1.44 / *1,44*	1.35 / *1,35*	1.38 / *1,38*
		2X disks / *grapă cu discuri*	1.43 / *1,43*	1.4 / *1,4*	1.38 / *1,38*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	1.64 / *164*	1.57 / *1,57*	1.56 / *1,56*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	1.77 / *1,77*	1.81 / *1,81*	1.84 / *1,84*
Agrisul Mare	Witness sample / *Proba martor*		1.77 / *1,77*	1.73 / *1,73*	1.72 / *1,72*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	1.6 / *1,6*	1.38 / *1,38*	1.38 / *1,38*
		2X disks / *grapă cu discuri*	1.39 / *1,39*	1.44 / *1,44*	1.56 / *1,56*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	1.37 / *1,37*	1.38 / *1,38*	1.4 / *1,4*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	1.56 / *1,56*	1.64 / *1,64*	1.82 / *1,82*
Iosasel	Witness sample / *Proba martor*		1.56 / *1,56*	1.59 / *1,59*	1.70 / *1,70*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	1.23 / *1,23*	1.15 / *1,15*	1.07 / *1,07*
		2X disks / *grapă cu discuri*	1.25 / *1,25*	1.35 / *1,35*	1.44 / *1,44*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	1.38 / *1,38*	1.39 / *1,39*	1.41 / *1,41*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	1.58 / *1,58*	1.59 / *1,59*	1.69 / *1,69*

Table 2 / *Tabelul 2*

Average values of the total porosity in comparison with the sampling depth and the technical works done / *Valorile medii ale porozității totale în raport cu adâncimea de prelevare şi lucrările tehnice efectuate*

Nursery / *Pepiniera*	**Soil tillage/ Lucrările solului**		**Total porosity / Porozitatea totală**		
			0-10	**10-20**	**20-30**
Iarac	Witness sample / *Proba martor*		34.67 / *34,67*	35.01 / *35,01*	35.76 / *35,76*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	46.75 / *46,75*	50.07 / *50,07*	48.71 / *48,71*
		2X disks / *grapă cu discuri*	47.05 / *47,05*	48.21 / *48,21*	48.82 / *48,82*
	Minimum tillage / Sistem minim	paraplow / *paraplow*	39.44 / *39,44*	41.91 / *41,91*	42.26 / *42,26*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	34.53 / *34,53*	31.95 / *31,95*	30.44 / *30,44*
Agrisul Mare	Witness sample / *Proba martor*		34.33 / *34,33*	36.08 / *36,08*	36.34 / *36,34*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	40.82 / *40,82*	49.02 / *49,02*	49.03 / *49,03*
		2X disks / *grapă cu discuri*	48.49 / *48,49*	46.52 / *46,52*	42.21 / *42,21*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	49.3 / *49,3*	48.89 / *48,89*	48.05 / *48,05*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	42.27 / *42,27*	39.1 / *39,1*	32.47 / *32,47*
Iosasel	Witness sample / *Proba martor*		42.05 / *42,05*	41.18 / *41,18*	37.05 / *37,05*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	54.34 / *54,34*	57.33 / *57,33*	60.50 / *60,50*
		2X disks / *grapă cu discuri*	53.71 / *53,71*	49.95 / *49,95*	46.71 / *46,71*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	48.88 / *48,88*	48.47 / *48,47*	47.62 / *47,62*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	41.56 / *41,56*	41.07 / *41,07*	37.41 / *37,41*

Table 3 / *Tabelul 3*

Average values of the compression degree in comparison with the sampling depth and the technical works done / *Valorile medii ale gradului de tasare în raport cu adâncimea de prelevare şi lucrările tehnice efectuate*

Nursery / *Pepiniera*	**Soil tillage/ Lucrările solului**		**Soil compression degree / *Gradul de tasare***		
			0-10	**10-20**	**20-30**
Iarac	Witness sample / *Proba martor*		28.4 / *28,4*	28.3 / *28,3*	27.2 / *27,2*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	3.39 / *3,39*	-1.96 / *-1,96*	0.78 / *0,78*
		2X disks / *grapă cu discuri*	2.64 / *2,64*	0.92 / *0,92*	0.63 / *0,63*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	18.5 / *18,5*	14.1 / *14,1*	13.9 / *13,9*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	28.6 / *28,6*	34.5 / *34,5*	33.2 / *33,2*
Agrisul Mare	Witness sample / *Proba martor*		28.4 / *28,4*	25	24.9 / *24,9*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	14.8 / *14,8*	-1.36 / *-1,36*	-1.14 / *-1,14*
		2X disks / *grapă cu discuri*	-1.19 / *-1,19*	3.81 / *3,81*	12.9 / *12,9*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	1.03 / *1,03*	1.61 / *1,61*	3.24 / *3,24*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	15.1 / *15,1*	21.3 / *21,3*	34.6 / *34,6*
Iosasel	Witness sample / *Proba martor*		28.36 / *28,36*	28.27 / *28,27*	27.19 / *27,19*
	Classical tillage / *Sistem clasic*	classical plough / *plug*	-14.54 / *-14,54*	-20.43 / *-20,43*	-26.42 / *-26,42*
		2X disks / *grapă cu discuri*	-13.05 / *-13,05*	-3.92 / *-3,92*	2.33 / *2,33*
	Minimum tillage / *Sistem minim*	paraplow / *paraplow*	-3.02 / *-3,02*	-1.95 / *-1,95*	-0.02 / *-0,02*
		rotary harrow / *grapă rotativă*	0.49 / *0,49*	1.65 / *1,65*	3.01 / *3,01*

To synthesize more efficiently the data taken and to be able to describe completely the intrinsic characteristics of the sample, it was chosen a statistic processing with the aid of the program KyPlot.

The results obtained are given in tables 4…6, having as a purpose to underline the variance of soil compression degree, comparative with the tillage system (minimum/classical systems).

Thus, for each nursery were included in the experiment resulted in fifteen statistical indicators for each technical work performed in the two systems (minimum/classical), but also witness sample.

Pentru a sintetiza mai eficient datele prelevate şi a putea descrie mai complet caracteristicile intrinseci ale eşantionului, s-a recurs la o prelucrare statistică cu ajutorul programului KyPlot.

Rezultatele obținute sunt redate în tabelele 4...6, cu scopul de a scoate în evidență variația gradului de tasare, comparativ cu sistemul de pregătire a solului (sistem clasic / sistem minim).

Astfel, pentru fiecare pepinieră cuprinsă în experiment s-au determinat 15 indicatori statistici pentru fiecare lucrare tehnică executată, în cadrul celor două sisteme, dar şi pentru proba martor.

Table 4 / *Tabelul 4*

Statistical indexes of variation of soil compression degree in Iarac nursery /
Variația indicatorilor statistici ai gradului de tasare în pepiniera Iarac

Statistical indicator / *Indicator statistic*	**Witness sample / *Proba martor***	**Soil compression degree / Gradul de tasare**			
		Classical system / *Sistem clasic*		**Minimum system / *Sistem minim***	
		Classical plough / *plug*	**2X Disks / *Grapă cu discuri***	**Paraplow/ *Paraplow***	**Rotary harrow / *Grapă rotativă***
Mean / *Media aritmetică*	27.940 / *27,940*	0.737 / *0,737*	1.397 / *1,397*	15.523 / *15,523*	32.130 / *32,130*
S.E.M. / *Eroarea standard a mediei*	0.376 / *0,376*	1.545 / *1,545*	0.627 / *0,627*	1.484 / *1,484*	1.787 / 1,*787*
Standard deviation / *Abaterea standard*	0.651 / *0,651*	2.675 / *2,675*	1.086 / *1,086*	2.571 / *2,571*	3.095 / *3,095*
Coefficient of variation / *Coeficientul de variație*	0.023 / *0,023*	3.632 / *3,632*	0.778 / *0,778*	0.166 / *0,166*	0.096 / *0,096*
Minimum value/ *Valoarea minimă*	27.190 / *27,190*	-1.960 / *-1,960*	0.630 / *0,630*	13.940 / *13,940*	28.640 / *28,640*
Maximum value/ *Valoarea maximă*	28.360 / *28,360*	3.390 / *3,390*	2.640 / *2,640*	18.490 / *18,490*	34.540 / *34,540*
The no. of characteristic values / *Nr. valorilor caracteristici*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*
Skewness / *Asimetria*	-0.692 / *-0,692*	-0.030 / *-0,030*	0.651 / *0,651*	0.702 / *0,702*	-0.563 / *-0,563*
Curtosis / *Excesul*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*
Mean Deviation / *Abaterea medie*	0.750 / *0,750*	2.697 / *2,697*	1.243 / *1,243*	2.967 / *2,967*	3.490 / *3,490*
Median / *Mediana*	28.270 / *28,270*	0.780 / *0,780*	0.920 / *0,920*	14.140 / *14,140*	33.210 / *33,210*
Range / *Amplitudinea de variație*	1.170 / *1,170*	5.350 / *5,350*	2.010 / *2,010*	4.550 / *4,550*	5.900 / *5,900*
Confidence Level(0,95) / *Nivelul de confidență*	1.617 / *1,617*	6.646 / *6,646*	2.699 / *2,699*	6.387 / *6,387*	7.688 / *7,688*
Lower Confidence Limit / *Limita inf. de confidență*	27.564 / *27,564*	-0.808 / *-0,808*	0.769 / *0,769*	14.039 / *14,039*	30.343 / *30,343*
Upper Confidence Limit / *Limita sup. de confidență*	28.316 / *28,316*	2.281 / *2,281*	2.024 / *2,024*	17.008 / *17,008*	33.917 / *33,917*

Table 5 / *Tabelul 5*

Statistical indexes of variation of soil compression degree in Agrisul Mare nursery /
Variația indicatorilor statistici ai gradului de tasare în pepiniera Agrisul Mare

Statistical indicator / *Indicator statistic*	**Witness sample / *Proba martor***	**Soil compression degree / Gradul de tasare**			
		Classical system / *Sistem clasic*		**Minimum system / *Sistem minim***	
		Classical plough / *plug*	**2X Disks / *Grapă cu discuri***	**Paraplow/ *Paraplow***	**Rotary harrow / *Grapă rotativă***
Mean / *Media aritmetică*	26.083 / *26,083*	4.100 / *4,100*	5.177 / *5,177*	1.960 / *1,960*	23.690 / *23,690*
S.E.M. / *Eroarea standard a mediei*	1.135 / *1,135*	5.350 / *5,350*	4.127 / *4,127*	0.662 / *0,622*	5.746 / *5,746*
Standard deviation / *Abaterea standard*	1.965 / *1,965*	9.267 / *9,267*	7.149 / *7,149*	1.146 / *1,146*	9.952 / *9,952*
Coefficient of variation / *Coeficientul de variație*	0.075 / *0,075*	2.260 / *2,260*	1.381 / *1,381*	0.585 / *0,585*	0.420 / *0,420*

Minimum value/ *Valoarea minimă*	24.860 / *24,860*	-1.360 / *-1,360*	-1.190 / *-1,190*	1.030 / *1,030*	15.130 / *15,130*
Maximum value/ *Valoarea maximă*	28.350 / *28,350*	14.800 / *14,800*	12.910 / *12,910*	3.240 / *3,240*	34.610 / *34,610*
The no. of characteristic values / *Nr. valorilor caracteristici*	3.000 / *3000*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*
Skewness / *Asimetria*	0.700 / *0,700*	0.707 / *0,707*	0.338 / *0,338*	0.509 / *0,509*	0.411 / *0,411*
Curtosis / *Excesul*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*
Mean Deviation / *Abaterea medie*	2.267 / *2,267*	10.700 / *10,700*	7.733 / *7,733*	1.280 / *1,280*	10.920 / *10,920*
Median / *Mediana*	25.040 / *25,040*	-1.140 / *-1,140*	3.810 / *3,810*	1.610 / *1,610*	21.330 / *21,330*
Range / *Amplitudinea de variație*	3.490 / *3,490*	16.160 / *16,160*	14.100 / *14,100*	2.210 / *2,210*	19.480 / *19,480*
Confidence Level(0,95) / *Nivelul de confidență*	4.881 / *4,881*	23.021 / *23,021*	17.758 / *17,758*	2.846 / *2,846*	24.722 / *24,722*
Lower Confidence Limit / *Limita inf. de confidență*	24.949 / *24,949*	-1.250 / *-1,250*	1.049 / *1,049*	1.298 / *1,298*	17.944 / *17,944*
Upper Confidence Limit / *Limita sup. de confidență*	27.218 / *27,218*	9.450 / *9,450*	9.304 / *9,304*	2.622 / *2,622*	29.436 / *29,436*

Table 6 / *Tabelul 6*

Statistical indexes of variation of soil compression degree in Iosasel nursery /
Variația indicatorilor statistici ai gradului de tasare în pepiniera Iosasel

Statistical indicator / *Indicator statistic*	**Witness sample / *Proba martor***	**Soil compression degree / Gradul de tasare**			
		Classical system / Sistem clasic		**Minimum system / Sistem minim**	
		Classical plough / *plug*	**2X Disks / *Grapă cudiscuri***	**Paraplow/ *Paraplow***	**Rotary harrow/ *Grapă rotativă***
Mean / *Media aritmetică*	27.940 / *27,940*	-20.463 / *-20,463*	-4.880 / *-4,880*	-1.663 / -1,663	1.717 / 1,717
S.E.M. / *Eroarea standard a mediei*	0.376 / *0,376*	3.430 / *3,430*	4.466 / *4,466*	0.878 / 0,878	0.728 / 0,728
Standard deviation / *Abaterea standard*	0.651 / *0,651*	5.940 / *5,940*	7.735 / *7,735*	1.520 / 1,520	1.261 / 1,261
Coefficient of variation / *Coeficientul de variație*	0.023 / *0,023*	-0.290 / *-0,290*	-1.585 / *-1,585*	-0.914 / -0,914	0.735 / 0,735
Minimum value / *Valoarea minimă*	27.190 / *27,190*	-26.420 / *-26,420*	-13.050 / *-13,050*	-3.020 / -3,020	0.490 / 0,490
Maximum value/ *Valoarea maximă*	28.360 / *28,360*	-14.540 / *-14,540*	2.330 / *2,330*	-0.020 / -0,020	3.010 / 3,010
The no. of characteristic values / *Nr. valorilor caracteristici*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*	3.000 / *3,000*	3.000 / 3,000	3.000 / 3,000
Skewness / *Asimetria*	-0.692 / *-0,692*	-0.010 / *-0,010*	-0.224 / *-0,224*	0.334 / 0,334	0.097 / 0,097
Curtosis / *Excesul*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / *-1,500*	-1.500 / -1,500	-1.500 / -1,500
Mean Deviation / *Abaterea medie*	0.750 / *0,750*	5.957 / *5,957*	8.170 / *8,170*	1.643 / 1,643	1.293 / 1,293
Median / *Mediana*	28.270 / *28,270*	-20.430 / *-20,430*	-3.920 / *-3,920*	-1.950 / -1,950	1.650 / 1,650
Range / *Amplitudinea de variație*	1.170 / *1,170*	11.880 / *11,880*	15.380 / *15,380*	3.000 / 3,000	2.520 / 2,520
Confidence Level(0,95) / *Nivelul de confidență*	1.617 / *1,617*	14.756 / *14,756*	19.214 / *19,214*	3.777 / 3,777	3.133 / 3,133
Lower Confidence Limit / *Limita inf. de confidență*	27.564 / *27,564*	-23.893/ *-23,893*	-9.346 / *-9,346*	-2.541 / -2,541	0.988 / 0,988
Upper Confidence Limit / *Limita sup. de confidență*	28.316 / *28,316*	-17.034 / *-17,034*	-0.414 / *-0,414*	-0.786 / -0,786	2.445 / 2,445

Measures to prevent the soil compaction:

- The reduction of the traffic on the field because it represents the main cause of compaction.
- The reduction of the works applied on the soil through the usage of different minimum systems together with an efficient management of the vegetal remains.
- The usage of equipments of small weight and of the small and medium-seized tractors.
- The usage of tyres with big outer surface and radial section which operate at a low pressure, leaves behind a wider, vaster and more stable rut due to the better distribution of the pressure on the soil.

The mechanical processing of the soil through traditional and modern methods is currently put under question due to the high energy consumption and the continuous degradation of the arable horizon through erosion and excessive compaction.

The soil processing in the classical tillage system leads to an excessive break-up through repeated interventions, leaving it without vegetal remains through the reversal of the clods in the ploughing process, thus being strongly eroded under the action of the water and wind.

Worldwide, there is the tendency to replace the classical tillage system of the soil, through the extension of the

Măsuri de prevenire a compactării solului:

- Reducerea traficului pe teren întrucât acesta reprezintă principala cauză a compactării.
- Reducerea lucrărilor aplicate la sol prin utilizarea diferitelor sisteme minime însoțite de un management eficient al resturilor vegetale.
- Utilizarea echipamentelor uşoare şi a tractoarelor mici şi mijlocii.
- Folosirea anvelopelor cu circumferința mare şi secțiune radială care operează la presiune scăzută, realizează o urmă mai lată, mai întinsă şi mai stabilă datorită distribuției mai bune a presiunii pe sol.

Prelucrarea mecanică a solului prin metode tradiționale sau moderne, este pusă astăzi tot mai mult sub semnul întrebării datorită consumului ridicat de energie şi al degradării continue a orizontului arabil prin eroziune şi tasare excesivă.

Prelucrarea solului în sistem clasic conduce la o mărunțire excesivă a acestuia prin intervenții repetate, lăsându-l lipsit de resturi vegetale prin răsturnarea brazdelor în procesul de arat, astfel fiind puternic erodat sub acțiunea apei şi a vântului.

Pe plan mondial există tendința de înlocuire a sistemului clasic de prelucrare a solului, prin extinderea

minimum work system, method recommended both from the point of view of the preservation of the soil and for the reduction of energy consumption. (BOJA N., et al., 2008)

In our country, the extension of these systems of soil processing in the forestry nurseries is slow because of the lack of unitary strategies to sustain the technology, the lack of unitary strategies to correspond to the biological requirements of each culture, the lack of specialized knowledge related to the new system.

CONCLUSIONS

From the compression degree analysis, from all nurseries included in the experiment, the following conclusions can be drawn up:

- during the experimental cycle, the values of the compression degree at a depth of 0-30 cm indicate a weakly or moderately fragmented soil, vaguely or moderately compressed.
- at the level of asymmetries, there is a very strict law, the experimental distributions are right, for the soil compression degree values in the minimum system and the left for soil compression degree in the classical system
- the excess of the experimental distributions are, in general, platicurtic for the minimum tillage system and the classical tillage system.
- the values of the compression degree registered in the classical tillage system are by far superior to the sample (undisloquated soil), where high values of this indicator were obtained.
- if taking into consideration the coefficient of variation, all the primary data belong to relatively homogeneous amounts both in the case of the witness sample and in that of the data obtained after the preparation of the germination bed in the classical tillage system and in the minimum tillage system.

The process of soil compaction due to natural factors appears under the form of some genetic consolidated horizons. The situations which lead to the occurrence of the phenomenon of soil compaction are divided between the action of natural and anthropogenic factors.

During the action of the wheeling system of the tractors and the agricultural equipment on the soil, it is subjected to some mechanical efforts, which, through their action, make it shift laterally (refulation), vertically (compression) and horizontally (shear). The effect of the compression is transmitted in the layers of the soil in all directions, under the form of a pressure, and thus their propagation is insignificant at depths greater than 80 cm.

The physical characteristics like: apparent density, total porosity and compression degree modify according to the soil works.

The modification of these properties is hard to notice (except for the compression degree) during a year because the soil has the tendency, in normal conditions, to get back to the initial state and to estompate the negative effects which appeared after the impact produced by its processing with mechanical means.

Several researches show that in a long period of time, the evolution of the physical properties in a certain direction takes place at a slow rhythm, after a short period of time when they start to stabilize.

This research attempted to emphasize the fact that the process of compaction plays a negative role on the physical-mechanical properties both in the classical and minimum tillage system.

In the case of the minimum tillage system, the state of compaction of the soil is expected to reduce considerably in at least one year, without doing activities of fragmentations.

An important role in the soil compaction is also played

sistemului lucrărilor minime, metodă recomandată atât din punct de vedere al conservării solurilor cât şi pentru reducerea consumurilor de energie.

La noi în țară extinderea acestor sisteme de prelucrare a solului în pepinierele forestiere este lentă datorită lipsei unei strategii unitare de susținere a tehnologiei, lipsei unei strategii unitare care să corespundă cerințelor biologice ale fiecărei culturi, lipsei unor cunoştințe de specialitate legate de noul sistem.

CONCLUZII

Din analiza gradului de tasare, pentru toate cele trei pepiniere cuprinse în experiment, se pot formula următoarele concluzii:

- pe ansamblul ciclului experimental, valorile gradului de tasare pe adâncimea 0-30 cm, indică un sol slab afânat spre moderat afânat, slab tasat spre moderat tasat;
- la nivelul asimetriilor există o legitate foarte strictă, distribuțiile experimentale sunt de dreapta, pentru valorile gradului de tasare în cazul sistemului minim şi de stânga pentru gradul de tasare a solului în sistemul clasic.
- excesele distribuțiilor experimentale sunt, de regulă, platicurtice pentru sistemul minim şi pentru sistemul clasic,
- valorile gradului de tasare înregistrate în sistemul clasic, sunt net superioare probei martor (sol nedislocat), unde s-au obținut valori ridicate ale acestui indicator;
- sub raportul coeficientului de variație toate datele primare provin din mulțimi relativ omogene atât în cadrul probelor martor cât şi pentru cele obținute în urma pregătirii patului germinativ în sistem clasic sau în sistem minim.

Procesul de compactare a solului datorat factorilor naturali se prezintă sub forma unor orizonturi pedogenetice cimentate. Situațiile ce duc la apariția fenomenului de compactare a solurilor se împart între acțiunea factorilor naturali şi cei antropici.

În timpul acțiunii sistemului de rulare al tractoarelor şi maşinilor agricole asupra solului, acesta este supus unor eforturi mecanice, care prin acțiunea lor îl fac să se deplaseze lateral (refulare), vertical (comprimare) şi orizontal (forfecare). Efectul (comprimării) tasării este transmis în straturile de sol în toate direcțiile, sub formă de presiuni, propagarea acestora fiind neglijabilă la adâncimi de peste 80 cm.

Caracteristicile fizice ca: densitatea aparentă, umiditatea, porozitatea totală, rezerva de apă, gradul de tasare, gradul de mărunțire, se modifică în funcție de lucrările solului.

Modificarea acestor însuşiri este greu sesizabilă (exceptând tasarea solului), în decursul unui an întrucât solul are tendința, în condiții normale, de a reveni la starea inițială şi de a estompa efectele negative survenite în urma impactului produs de lucrarea acestuia cu mijloace mecanizate.

Numeroase cercetări arată că în timp îndelungat evoluția însuşirilor fizice într-o anumită direcție are loc lent, după o perioadă mai scurtă când valorile încep să se stabilizeze.

Acest studiu a încercat să scoată în evidență faptul că procesul de compactare are un rol negativ, asupra proprietăților fizico-mecanice, atât în cazul sistemului clasic cât şi în cazul sistemului minim de lucrări.

În cazul sistemului de lucrări minime, starea de compactare a solului se aşteaptă a se reduce considerabil în cel puțin un an, fără să fie executate lucrări de afânare.

Un rol important în compactarea solului îl au şi

by the agricultural equipment, through their weight and traffic.

REFERENCES

[1]. Canarache A. and colab. (1990) - *Tutorial for the study of the soil on the spot and in the laboratory*, Publishing House Agro-Silvică, Bucharest;
[2]. Guş P. Rusu T. Stanila S. (2003) - *Unconventional processing of the soil and the machine system*, Publishing House Risoprint, Cluj-Napoca;
[3] Popescu I., (1984) - *Mechanization of the forestry processing*, Publishing House Ceres, Bucharest.
[4] Rusu T., Guş P., (2007) - *Compaction of the soils– processes and consequences*, Publishing House Risoprint, Cluj-Napoca.
[5]. Țopa D. Jităreanu G. (2007) - *The Influence of the systems of soil processing on the categories of porosity at the culture of the winter whea*t, Compaction of the soils– processes and consequences, Publishing House Risoprint, Cluj-Napoca.

influența maşinilor agricole, prin greutate şi traficabilitate.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Canarache A. şi colab. (1990) - *Îndrumător pentru studiul solului pe teren şi în laborator*, Editura Agro-Silvică, Bucureşti;
[2]. Guş P. Rusu T. Stanila S. (2003) - *Lucrările neconvenționale ale solului şi sistema de maşini*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca;
[3] Popescu I., (1984) - *Mecanizarea procesării forestiere*, Editura Ceres, Bucureşti.
[4] Rusu T., Guş P., (2007) - *Compactarea solurilor- procese şi consecințe, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.*
[5]. Țopa D. Jităreanu G. (2007) - *Influența sistemelor de lucrare a solului asupra categoriilor de porozitate la cultura grâului de toamnă*, Compactarea solurilor – procese şi consecințe, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

DEVELOPMENT AND SIMULATION OF VIRTUAL PROTOTYPE OF SOWING MACHINES TRANSMISSION
/
ELABORAREA ŞI SIMULAREA PROTOTIPULUI VIRTUAL AL TRANSMISIEI MAŞINILOR DE SEMĂNAT

Ph.D. Eng. Loghin Fl., *Prof*. Ph.D. Eng. Rus Fl.,
Transylvania University of Braşov/Romania
Tel: +40 765.653.575 E-mail: loghinflorin@unitbv.ro

Abstract: *The paper presents the study method by dynamic modeling of the transmission of universal sowing machine, using the specialized software Inventor to simulate and optimize mechanical technical systems. The achievement of the dynamic model required the following elements: 3D models of transmission components, kinematic couplings between the components of the transmission, characteristics of their mass, the system of external forces and the microprofile soil surface. Following the dynamic simulation model were graphically represented: variations of the kinematic values of transmission depending on soil microprofile and the drive wheel radius, the moments of joints, the force variation and length of the elastic element of force and pressure of the drive wheel.*

Keywords: *sowing machine, transmission, virtual prototype, simulation*

INTRODUCTION

Agrotechnical conditions imposed by the workflow made by the universal sowing machines are to ensure a uniform spread of seeds on the ground surface, fact which requires that the speed of metering devices should be proportional to the speed of sowing machine [3].

The transmission of the universal sowing machine must ensure the correlation between the motion speed and speed of metering device, their acting being performed from the "active wheel" of sowing machine, tthis being possible due to the relatively low power required by the metering devices for driving of the rotary motion.

The quantity of seeds distributed per surface unit area (norm of sowing) must ensure to each plant the optimal growing conditions (nutrients, light, heat), depending on the specific requirements of each crop.

The achievemnet of the rule of sowing is provided by the value of the transmission ratio of the active wheel shaft of the metering devices [2].

The constructive functional optimization of the transmissions of the universal sowing machines drills can be based on the modeling and on the dynamic analysis of the sowing machine- soil system, which involves the study of the motion of the real system under real system under the action of forces induced by the ground microprofile.

The input data are the following: the configuration of the subassembly of transmission, the weights and the inertia characteristics of the transmission components, characteristic of external – internal forces and the initial conditions imposed by the elements position.

The output sizes are the parameters of motion of the transmission components [1].

To achieve the dynamic analysis and the visualization of the motion elements of the virtual model of the transmission, in order to optimize it was used the module *Dynamic Simulation of the Inventor software*, which allowed the transmission of dynamic analysis based on geometric model - elastic and kinematic restrictions imposed by the system elements.

Rezumat: *În lucrare se prezintă metoda de studiu prin modelare dinamică a transmisiei maşinilor de semănat universale, utilizând softul specializat Inventor pentru simularea şi optimizarea sistemelor tehnice mecanice. Realizarea modelului dinamic a necesitat folosirea următoarele elemente: modelele 3D ale componentelor transmisiei, cuplele cinematice dintre componentele transmisiei, caracteristicile masice ale acestora, sistemul de forţe exterioare şi microprofilul suprafeţei solului. În urma procesului de simulare a modelului dinamic s-au reprezentat grafic: variaţiile mărimilor cinematice ale transmisiei în funcţie de microprofilul solului şi raza roţii de antrenare, momentele din articulaţii, variaţia forţei şi a lungimii elementului elastic de apăsare a roţii de antrenare.*

Cuvinte cheie: *maşină de semănat; transmisie, prototip virtual, simulare*

INTRODUCERE

Condiţiile agrotehnice impuse procesului de lucru executat de către maşinile de semănat universale se referă la asigurarea unei răspândiri uniforme a semințelor pe suprafaţa terenului, fapt care impune ca turaţia aparatelor de dozare să fie proporţională cu viteza de deplasare a maşinii de semănat [3].

Transmisia maşinilor de semănat universale trebuie să asigure corelaţia dintre viteza de deplasare şi turaţia aparatului de dozare, antrenarea acestora realizându-se de la „roata activă” a maşinii de semănat, lucru posibil datorită puterii relativ reduse solicitată de către aparatele de dozare pentru antrenarea în mişcare de rotaţie.

Cantitatea de semințe distribuită pe unitatea de suprafaţă (norma de semănat) trebuie să asigure fiecărei plante condiţiile optime de vegetaţie (substanţe nutritive, lumină, căldură), în funcţie de cerinţele specifice fiecărei culturi agricole.

Realizarea normei de semănat se asigură prin valoarea raportului de transmitere dintre roata activă şi arborele aparatelor de dozare [2].

Optimizarea constructiv funcţională a transmisiilor maşinilor de semănat universale se poate realiza pe baza modelării şi analizei dinamice a sistemului maşină de semănat - sol, care presupune studiul mişcării sistemului real sub acţiunea forţelor induse în sistem de microprofilul terenului.

Datele de intrare sunt următoarele: configuraţia ansamblului transmisiei, masele şi caracteristicile inerţiale ale elementelor componente ale transmisiei, caracteristica de forţe externe - interne şi condiţiile iniţiale impuse poziţiilor elementelor componente.

Mărimile de ieşire sunt parametrii mişcării componentelor transmisiei [1].

Pentru a se realiza analiza dinamică şi vizualizarea mişcărilor elementelor modelului virtual al transmisiei, în vederea optimizării s-a utilizat modulul *Dynamic Simulation* al softului *Inventor*, care a permis efectuarea analizei dinamice a transmisiei pe baza modelului geometrico - elastic şi a restricţiilor impuse sistemului prin cinematica elementelor.

MATERIALS END METHOD

The method of dynamic modeling and simulation of the behavior of transmission by using the Inventor software 2010, involved completing the following three main steps: preprocessing (virtual modeling of the transmission), processing (rolling the dynamic analysis), post-processing (processing results).

Preprocessing stage involved the following stages of work completion:

- developing the virtual model by defining the component elements involved in the motion transmission (position, orientation, mass-inertial features), defining the links between them, placing restrictions on the motion of components and of the kinematic parameters of the motion law of the leading element, defining the characteristics of the generating elements of the internal forces (elastic elements and dampers), defining the external forces and points of application;
- specifying the information about the following aspects: type of analysis to be performed, the system of units used, the coordinate system used for modeling the system, the gravitational acceleration vector, the time in which the analysis is done, the input quantities (motion, force, etc.).

Developing the virtual model of transmission required three distinct phases.

a. The 3D representation of all the component elements of the transmission and imposing the restrictions on how the assembly should be done, restrictions by which the correct positioning of all the composing elements of the transmission was accomplished, resulting its structural model. In analyzed case, the structural model of the transmission is composed of 11 moving parts, a fixed component (the soil) and 10 cylindrical joints (rotary couplings A1, A2,...A10 fig. 1).

MATERIALE ŞI METODĂ

Metoda de modelare dinamică şi simulare a comportării transmisiei, prin utilizarea softului *Inventor 2010*, a presupus parcurgerea următoarelor trei etape principale: *preprocesare* (modelarea virtuală a transmisiei); *procesare* (rularea analizei dinamice); *postprocesare* (prelucrarea rezultatelor).

Etapa de *preprocesare a* presupus parcurgerea următoarelor faze de lucru:

- elaborarea modelului virtual prin definirea elementelor componente care participă la transmiterea mişcării (poziție, orientare, caracteristici masico-inerțiale), definirea legăturilor dintre acestea, introducerea restricțiilor referitoare la mişcarea elementelor componente şi a parametrilor cinematici ai legii de mişcare a elementului conducător, definirea caracteristicilor elementelor generatoare a forțelor interne (elemente elastice şi amortizoare), definirea forțelor exterioare şi a punctelor de aplicație;
- precizarea informațiilor referitoare la următoarele aspecte: tipul analizei care urmează a se efectua, sistemul de unități de măsură utilizat, sistemul de coordonate utilizat pentru modelarea sistemului, vectorul accelerație gravitațională, intervalul de timp în care se realizează analiza, mărimile de intrare (mişcare, forță, etc.).

Elaborarea modelului virtual al transmisiei a necesitat parcurgerea următoarelor 3 etape distincte.

a. Reprezentarea în sistem 3D a tuturor elementelor componente ale transmisiei şi impunerea restricțiilor referitoare la modul de asamblare, restricții prin care s-a realizat poziționarea corectă a tuturor elementelor componente ale transmisiei, rezultând modelul structural al acesteia. În cazul analizat, modelul structural al transmisiei este constituit din 11 elemente mobile, un element fix (solul) şi 10 articulații cilindrice (cuplele de rotație A1, A2,…A10 fig. 1).

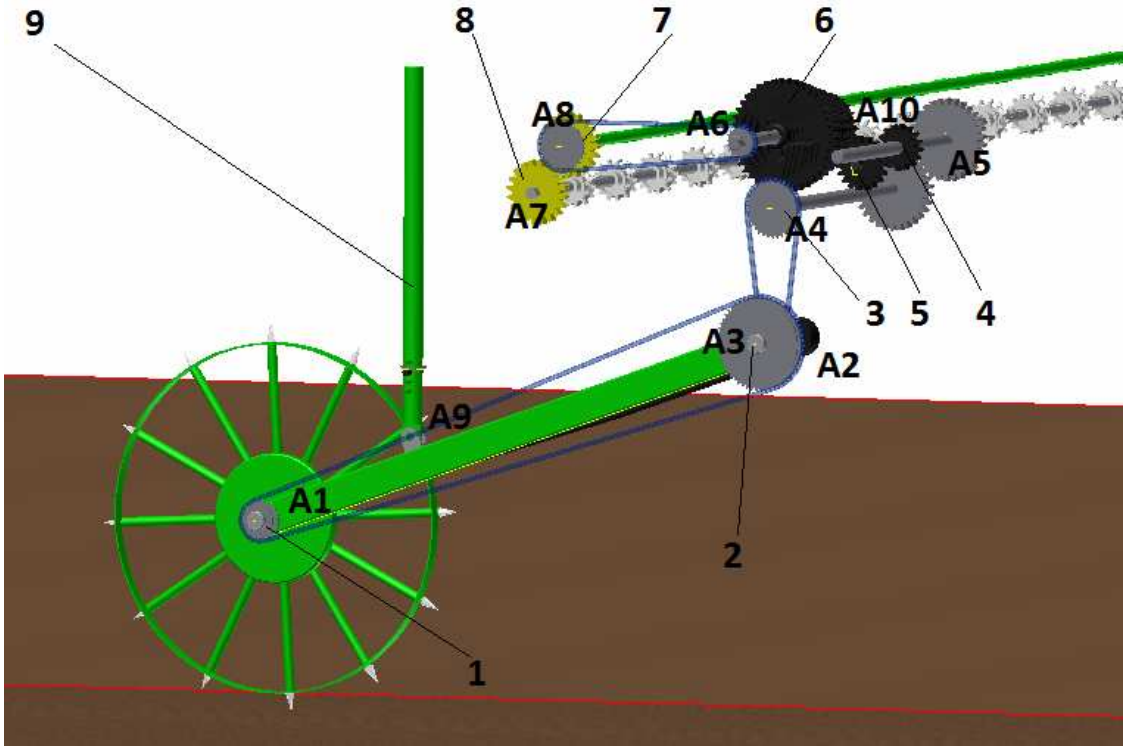


Fig. 1. – The kinematic model of the transmission / *Modelul cinematic al transmisiei:*
1 - chain sprocket/ *pinion lanț*, 2 - the chain wheel/ *roată lanț*, 3 - main shaft of the gearbox Northon/ *arborele primar al cutiei de viteze Northon*, 4 - intermediate shaft of the Northon box/ *arborele intermediar al cutiei Northon*, 5 - toothed wheel/ *roată dințată*, 6 - secondary shaft Northon box/ *arbore secundar al cutiei Northon*, 7 - seed stirrer/ *agitatorul de semințe*, 8 - shaft driving the dosing devices/ *arborele de antrenare a aparatelor de dozare*; A1, A2, ... A10 – rotation joints/ *cuple de rotație*

b. Achieveing the kinematic model of the transmission by applying the kinematic restrictions and introducing the entrance motion. The kinematic constraints are restrictions on which is generated the motion of the transmission elements thus cancelling some mobility degree.

To ensure proper functioning of the transmission from a kinematic point of view, 9 kinematic restricitions were introduced in the system.

The main restriction concerns ensuring the kinematic link between the active wheel and the soil, namely the spur wheel must copy the asperities of the terrain.

Thus it was necessary to introduce a *Rolling Joints* [4] type restriction between the wheel rim and the soil's microprofile.

The following 4 restrictions refer to the spur gear B1, B2, B3 in the Northon gearbox shafts and gear B4 of the mixer and dosage equipment (s. fig. 2). The I*nventor* software through its *Design Accelerator mode*, allows the rapid design of the gears using the following entrance data: gear ratio, the distance between wheel centers, the number of teeth, tooth module, pressure angle and the initial width of the wheels.

By introducing specific energy parameters: strength, speed, torque, etc., the Accelerator Design module calculates the required resistance for the gear design. By generating the four gears, Rolling Joints restrictions were automatically introduced between the diameters of the wheels spin.

Regarding chain transmissions, they are also automatically generated by Design Accelerator Module, which performs the calculation for the design and as a result of generating the transmission by chain, it introduces in the kinematic model, Belt type of restrictions.

The last kinematic restricion is of 3D Contact type and refers to the link between the rod guide of the coil spring mounted in pretensioned state and the sowing machine's frame. This allows the rod spring to have only one degree of mobility in relation to the machine frame, thus ensuring compression or relaxation of the spring when the active wheel follows the soils microrelief. For simulating the kinematic model the entrance movement was introduced, which consists in picking a travel speed of the machines frame in relation to the soil, in the paper being adopted the value *2.7 m/s*.

c. Defining the elements that generate the internal forces (elastic link elements) and defining the exterior forces and their application points [4].

In this regard the helical spring was generated which accomplishes the pressing on the soil of the copying wheel, having the following characteristics: stiffness of the coil 15 N/mm, length in pretensioned state of the coil 270 mm, winding of the coil 18 mm and diameter of the coil 3 mm. In order that the dynamic eleborated be as close as possible to the real physic one, in the system was introduced also a coefficient of friction between the soil and the copying wheel.

The mass-inertial characteristics of the bodies(mass, position of the center of the mass and the inertia moments) are automatically calculated by the used application, based on the geometrical characteristics and on those of the materials from which the pieces are manufactured. Introducing in the model the force of gravity was accomplished by setting the direction of gravitational acceleration.

To analyze the influence of the soils microprofile upon the kinematic and the dynamic of the machine transmission it was considered that this moves on two soil categories with a different profile of the surface: perfectly smooth soil, with linear microprofile and rough soil, whose deviations from linearity are of maximum ± 50 mm.

b. Realizarea modelului cinematic al transmisiei, prin aplicarea restricţiilor de ordin cinematic şi introducerea mişcării de intrare. Restricţiile cinematice reprezintă constrângeri pe baza cărora se generează mişcarea elementelor transmisiei anulând astfel anumite grade de mobilitate.

Pentru a asigura funcţionarea corectă a transmisiei din punct de vedere cinematic, în sistem au fost introduse 9 restricţii cinematice.

Principala restricţie se referă la asigurarea legăturii cinematice dintre roata activă şi sol, prin faptul că roata cu pinteni trebuie să copieze denivelările terenului.

Astfel a fost necesară introducerea unei restricţii de tip *Rolling Joints* [4] între obada roţii şi microprofilul solului.

Următoarele restricţii în număr de 4 se referă la angrenajele cu roţi dinţate B1, B2, B3 din cutia de viteze Northon şi la angrenajul B4 dintre arborii agitatorului şi aparatelor de dozare (v. fig. 2). Softul *Inventor* prin modulul *Design Accelerator*, permite proiectarea rapidă a angrenajelor folosind următoarele date de intrare: raportul de transmitere, distanţa dintre centrele roţilor, numărul de dinţi, modulul danturi, unghiul de presiune şi lăţimea iniţială a roţilor.

Prin introducerea parametrilor energetici specifici: putere, turaţie, moment de torsiune, etc., modulul *Design Accelerator* efectuează calculele de rezistenţă necesare proiectării angrenajelor. Prin generarea celor patru angrenaje s-au introdus automat în modelul cinematic restricţii de tip Rolling Joints între diametrele de divizare ale roţilor.

În ceea ce priveşte transmisiile prin lanţ, ele sunt generate automat tot prin intermediul modulului *Design Accelerator*, care realizează şi calculul de proiectare iar în urma generării transmisiei prin lanţ, introduce în modelul cinematic restricţii de tip Belt.

Ultima restricţie cinematică este de tip *Contact 3D* şi se referă la legătura dintre tija de ghidare a arcului elicoidal montat în stare pretensionată şi cadrul maşinii de semănat. Aceasta permite tijei arcului să aibă un singur grad de mobilitate în raport cu cadrul maşinii, asigurând astfel comprimarea sau destinderea arcului elicoidal la urmărirea microreliefului suprafeţei terenului de către roata activă. Pentru simularea modelului cinematic s-a introdus mişcarea de intrare, care constă în alegerea unei viteze de deplasare a cadrului maşinii în raport cu solul, în lucrare fiind adoptată valoarea de *2,7 m/s*.

c. Definirea elementelor care generează forţele interne (elemente de legătură elastice) şi definirea forţelor exterioare şi a punctelor de *aplicaţie ale acestora* [4].

În acest sens s-a generat arcul elicoidal care realizează apăsarea pe sol a roţii de copiere, având următoarele caracteristici: rigiditatea arcului 15 N/mm, lungimea în stare pretensionată a arcului 270 mm, diametrul de înfăşurare a spirei 18 mm şi diametrul spirei 3 mm. Pentru ca modelul dinamic elaborat să fie cât mai apropiat de modelul fizic real, în sistem s-a introdus şi coeficientul de frecare între sol şi roata de copiere.

Caracteristicile masico-inerţiale ale corpurilor (masa, poziţia centrului de masă şi momentele de inerţie) sunt calculate automat de către aplicaţia utilizată, pe baza caracteristicilor geometrice şi a caracteristicilor materialelor din care sunt confecţionate piesele. Introducerea în model a forţei de greutate s-a realizat prin stabilirea direcţiei acceleraţiei gravitaţionale.

Pentru a analiza influenţa microprofilului solului asupra cinematicii şi dinamicii transmisiei maşinii de semănat s-a considerat că aceasta se deplasează pe două categorii de soluri cu profil diferit al suprafeţei: sol cu suprafaţa perfect netedă, cu microprofil liniar şi sol cu suprafaţă cu denivelări, ale căror abateri de la liniaritate sunt de maximum ± 50 mm.

After elaborating the dynamic model functional parameters are introduced which exclusively characterize each functioning condition which is to be simulated namely: type of analysis (*dynamic*); speed of motion of the machine frame (*2.7 m/s*); the initial position of the working station; duration of simulation (*10 s*); number of values registered per second (*100 frame/s*).

The processing stage (running the model) is automatically accomplished by the application and consists in following the next sequences:

- assemblying the system through the restrictions introduced in the movement of the component parts;
- identifying and eliminating the redundant links (overconstraints) in the system.

După elaborarea modelului dinamic se introduc parametrii funcționali care caracterizează exclusiv fiecare regim de funcționare care urmează a fi simulat şi anume: tipul de analiză (*dinamică*); viteza de deplasare a cadrului maşinii de supraînsământat (*2,7 m/s*); poziția inițială a secției de lucru; durata simulării (*10 s*); numărul de valori înregistrate pe secundă (*100 frame/s*).

Etapa de procesare (rulare model) este realizată automat de către aplicație şi constă din parcurgerea următoarelor secvențe:

- asamblarea sistemului prin intermediul restricțiilor introduse în mişcarea corpurilor componente;
- identificarea şi eliminarea legăturilor redundante (supraconstrângeri) din sistem.

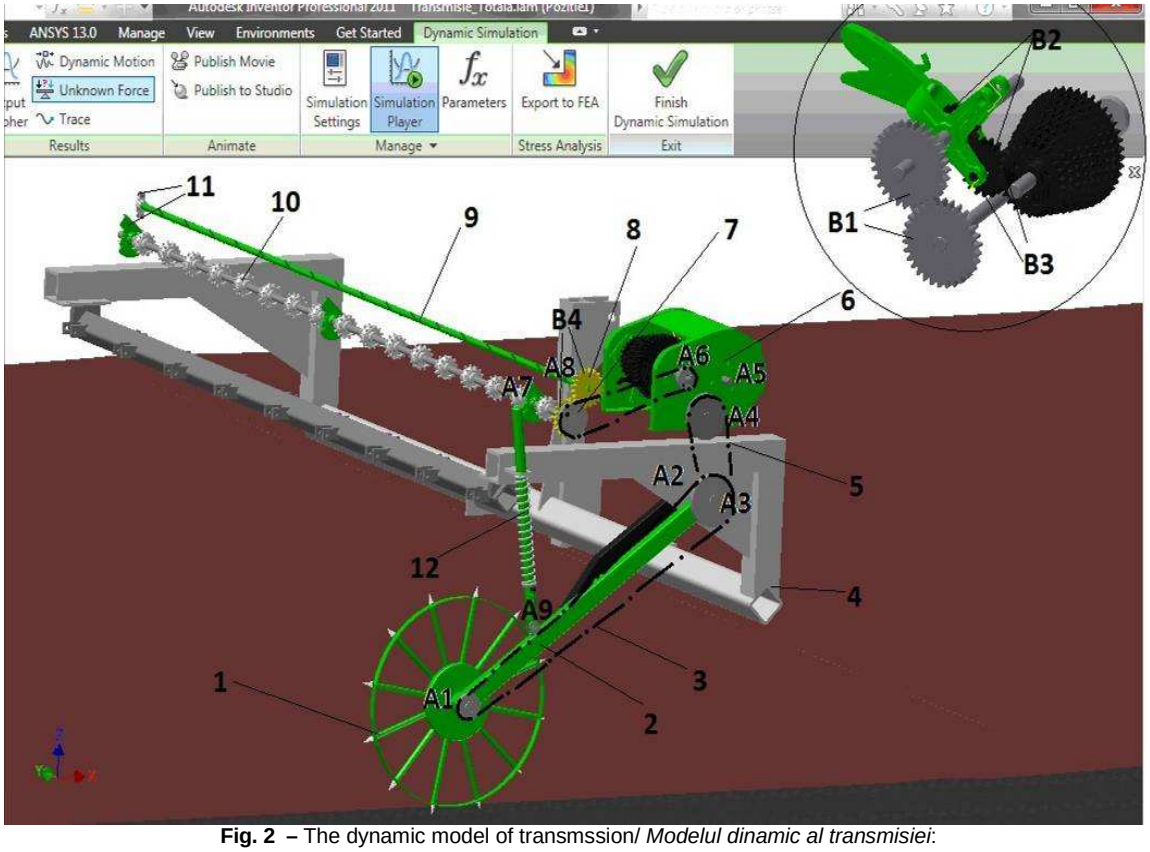


Fig. 2 – The dynamic model of transmssion/ *Modelul dinamic al transmisiei*:

1 – copying wheel (with rim and spurs)/ *roata de copiere (cu obadă şi pinteni)*; 2 – copying wheel's bolster/ *suportul roții de copiere*; 3 – chain transmission/ *transmisie prin lanț*; 4 –the machine's body/ *cadrul maşinii*; 5 – chain transmission/ *transmisie prin lanț*; 6 – Northon gearbox/ *cutia de viteze Northon*; 7 – chain transmission/ *transmisie prin lanț*; 8 –gearing with spur wheels/ *angrenaj cu roți dințate*; 9 – the seed stirrer/ *agitatorul de semințe*; 10 – driving axle of the metering equipment/ *arborele de antrenarea a aparatelor de dozare;* 11 – bushing/ *lagăre*; 12 – elastic element (helical spring) for pressing the copying wheel/ *element elastic (arc elicoidal) pentru apăsarea roții de copiere*; A1, A2,...A9 – revolution thimble/ *cuple de rotație*; B1, B2,…B4 – gearing with spur wheels/ *angrenaje cu roți dințate*

RESULTS

The following are accomplished in the post processing stage: editing the results obtained from the variation diagrams according to time of the movement laws (speeds and accelerations), of the forces in the arch and of the length of the arch, graphical simulation (animation) of the model functioning in different representation plans and the tabular representation of the measures that interest, subsequently processed in the specific application for tabular calculation Excel.

For exemplification, in figure 3 the speed variation diagrams and acceleration of the driving axle of the metering equipments were represented, namely, the seed stirrer, in case when the copying wheel of the sowing machines runs on a rough surface (BC sector) and with bumps (AB and CD sector).

REZULTATE

În *etapa de postprocesare* s-a realizat: prelucrarea rezultatelor obținute din diagramele de variație în funcție de timp a legilor de mişcare (viteze şi accelerații), a forțelor din arc şi a lungimii arcului, simularea grafică (animarea) a funcționării modelului în diverse plane de reprezentare şi reprezentarea tabelară a mărimilor care prezintă interes, prelucrate ulterior în aplicația specifică de calcul tabelar *Excel.*

Pentru exemplificare, în figura 3 s-au reprezentat diagramele de variație ale vitezei şi accelerației arborilor de antrenare a aparatelor de dozare, respectiv a agitatorului de semințe, în cazul în care roata de copiere a maşinilor de semănat rulează pe o suprafață cu denivelări (porțiunea BC) şi fără denivelării (porțiunea AB şi CD).

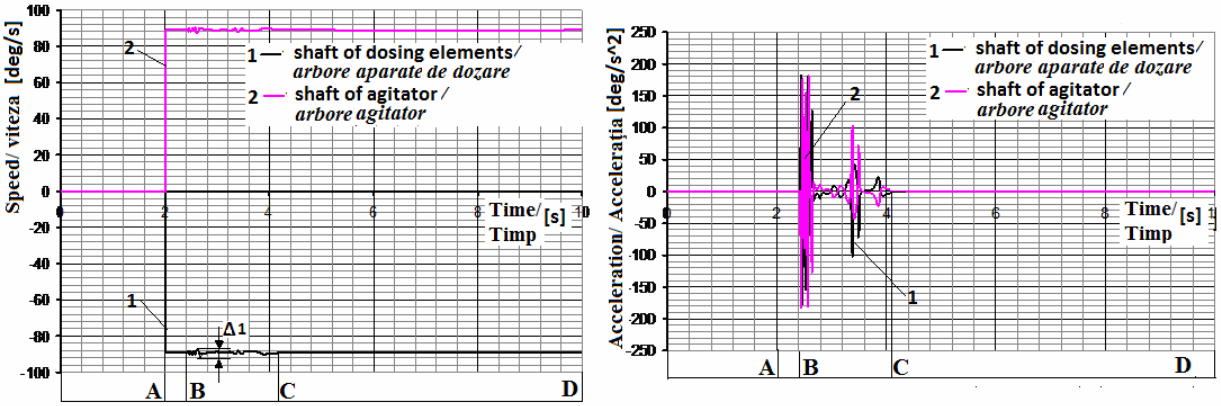


Fig. 3 - The time variation of shaft speed and acceleration of metering devices and of the stirrer /
Variația în timp a vitezei şi acceleraţiei arborelui de antrenare a aparatelor de dozare şi a agitatorului

Figure 4 shows how the movement spreads the uneveness in transmission due to the active wheel movement on land with rough surface.

În figura 4 s-a prezentat modul în care se propagă în transmisie neuniformitățile mişcării datorate deplasării roții active pe un teren a cărui suprafață prezintă neregularități.

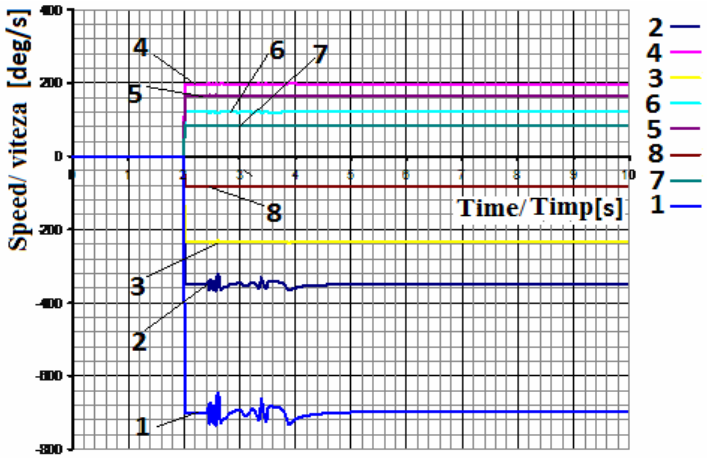


Fig. 4 - The conveyance of the motion roughness due to the uneveness of the soil: 1,2, …8 – the transmission's shafts/
Modul de propagare a neunifomităților mişcării datorate neregularităților suprafeței solului: 1,2, …8 - arborii transmisiei.

In figure 5 the variation diagram of drive torque of metering devices is presented. The maximum value of the drive torque is about 20 Nm.

În figura 5 s-a prezentat diagrama de variație a momentului de antrenare a aparatelor de dozare. Valoarea maximă a momentului este de cca. *20 Nm.*

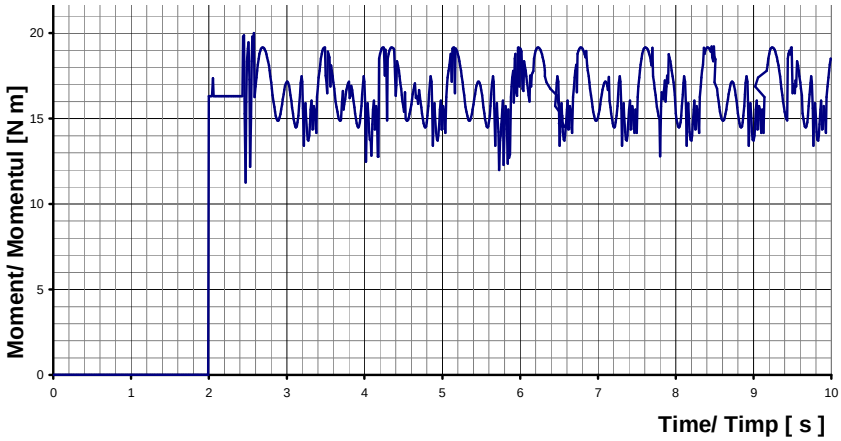


Fig. 5 – Drive torque of metering devices / *Momentul de antrenare a aparatelor de dozare*

Inventor soft 2011 has implemented a new technology for the analysing module with *Finite Element Analysis* (FEA), with which it can make calculations of resistance components and assemblies in order to verify their behavior in actual operating conditions without building physical prototypes.

For example, in figure 6 is shown the distribution of Von Moses Stress of the shaft speed of metering devices.

Softul Inventor 2011 are implementată o nouă tehnologie pentru modulul de analiză cu element finit (FEA), cu ajutorul căreia se pot realiza calcule de rezistență pe piese şi ansambluri pentru a verifica comportamentul acestora în condiții reale de funcționare, fără a construi prototipuri fizice.

Pentru exemplificare, în figura 6 s-a prezentat distribuția stării de tensiune în arborele de antrenare a aparatelor de dozare.

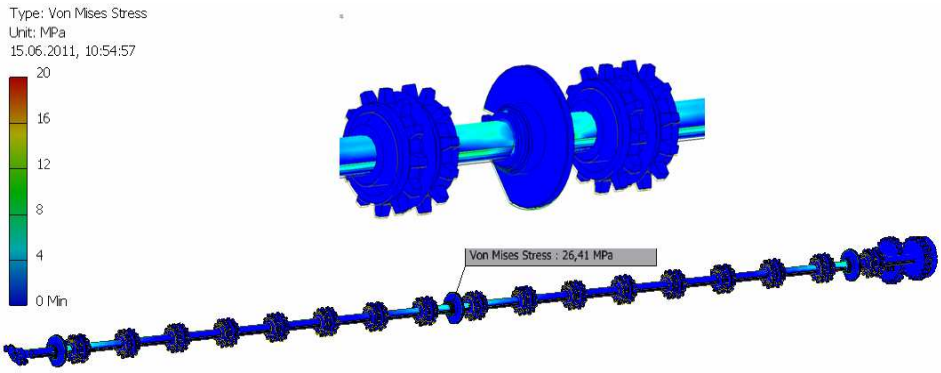


Fig. 6 - The distribution of Von Mises Stress in the shaft speed of metering devices /
Distribuția stării de tensiune în arborele de antrenare a aparatelor de dozare

CONCLUSIONS

After analyzing the two diagrams shown in figure 3 was observed the fact that when the sowing machine covers the soil parcel with rough surface, in the motion of the metering axle unevenesses are being induced which have negative influences on the dosing process and the dosing equipments. In the time interval 0…2 seconds it is considered that the sowing machine is standing.

By analysing the diagrams presented in figure 4 one can observe that due to the flexibilities and the abrasion attenuation in the transmission's elements, the influence of the roughness of the soils surface upon the movement uneveness is gradualy reduced from the active wheel towards the axle of the dosing equipments. The rotating movement of the driving axle of the dosing equipment becomes approximately even, the speed uneveness being framed in the $\Delta 1 \pm 2$ degree/s interval (s. fig. 3).

The kinematic and dynamic analysis of the transmission materializes through the following: marking the variation diagrams according to time, mainly according to the space tracked of the speeds and the accelerations, of the arch force as well as its length; graphic animating (simulating) of the model, in different representation plans and the tabular representation of the interest measures. The data and conslusions resulted from this study mode are a very useful instrument for designing and achieving new constructive solutions as well as for comparing the performances of these solutions with those already existing for their functional characteristics improving.

REFERENCES

[1]. Barbu I., Luculescu M., Barbu D.M., (2005) **-***Virtual Prototyping Methods Applied in Mechanical Engineering*, Proceedings of the 1st International Conference on Computational Mechanics and Virtual Engineering, ISBN 973–635 – 593 – 4, Braşov/ Romania.
[2]. Loghin Fl., (2010) - *Contributions regarding the kinematics and the dynamics of transmissions with intermittent motion of universal seed drills*, PhD Thesis, University Transilvania of Brasov/ Romania.
[3]. Loghin Fl., Rus Fl., (2008) - *Aspects concerning the dynamic model of technical system tractor-seed drill*, INMATEH I, no. 24, Bucharest/Romania, ISSN: 2068 – 2239, pg. 194-198.
[4]. xxx. *Explore Dynamic Simulation*, Tutorial Learning Resource INVENTOR 2010.

CONCLUZII

În urma analizei celor două grafice, prezentate în figura 3, s-a observat faptul că atunci când maşina de semănat parcurge porțiunea de sol cu suprafață denivelată, în mişcarea arborelui de dozare sunt induse neuniformități care au influențe negative asupra procesului de dozare a aparatelor de dozare. În intervalul de timp 0…2 secunde se consideră că maşina de semănat se află în staționare.

Din analiza graficelor prezentate în figura 4 s-a observat faptul că datorită elasticităților şi amortizărilor cu frecare din elementele transmisiei, influența denivelărilor suprafeței terenului asupra neuniformității mişcări se reduce treptat de la roata activă către arborele aparatelor de dozare. Mişcarea de rotație a arborelui de antrenare a aparatelor de dozare devine aproximativ uniformă, neregularitățile vitezei fiind încadrate în intervalul $\Delta 1 \pm 2$ grade/s (v. fig. 3).

Analiza cinematică şi dinamică a transmisiei se materializează prin următoarele: trasarea diagramelor de variație în funcție de timp, respectiv în funcție de spațiul parcurs a vitezelor şi acceleraților, a forței din arc precum şi a lungimii acestuia; animarea (simularea) grafică a modelului, în diverse plane de reprezentare şi reprezentarea tabelară a mărimilor de interes. Datele şi concluziile rezultate din acest mod de studiu constituie un instrument deosebit de util atât în proiectarea şi realizarea unor noi soluții constructive, cât şi în compararea performanțelor acestor soluții cu cele ale celor deja existente în vederea perfecționării constructiv funcționale ale acestora.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Barbu I., Luculescu M., Barbu D.M., (2005) - *Metode de prototipare virtuală aplicate în inginerie mecanică*, Proceedings of the 1st International Conference on Computational Mechanics and Virtual Engineering, ISBN 973–635 – 593 – 4, Braşov/ Romania.
[2]. Loghin Fl., (2010) - *Contribuții privind cinematica şi dinamica transmisiilor cu mişcare intermitentă ale maşinilor de semănat universale*, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania din Braşov/ Romania.
[3]. Loghin Fl., Rus Fl., (2008) *Aspecte privind modelarea dinamică a sistemului tehnic tractor-maşină de semănat direct în mirişte*, INMATEH I, nr. 24, Bucureşti/Romania, ISSN: 2068 – 2239, p. 194-198.
[4]. xxx. *Explorarea modulului de simulare dinamică,* Tutorial pentru învățarea softului INVENTOR 2010.

Acknowledgement: This paper is supported by the Sectoral Operational Programme of Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the project number ID59323.

OPTIMIZATION OF THE ENERGETICAL CONSUMPTION OF THE CULTIVATORS FOR OPENING CHANNELS IN GREENHOUSES THROUGH MATHEMATICAL MODELING / *OPTIMIZAREA CONSUMULUI ENERGETIC AL CULTIVATOARELOR PENTRU DESCHIS RIGOLE ÎN SERE PRIN MODELARE MATEMATICĂ*

Prof. Ph.D. Eng. Brătucu Gh., Ph.D. Stud. Eng. Păunescu C.,Ph.D.Eng.Căpățînă I.
- University Transylvania Braşov -
Tel: 0268-472222; E-mail: gh.bratucu@unitbv.ro

Abstract: *In this paper are presented the results of researches regarding the energetical consumption optimization during the work of opening channels with the cultivators in technological process for preparing the germination bed in greenhouses. At the base of the mathematical modeling of cultivators resistance to traction was Goreacikin formula, and the total consumed energy for this work was divided in four components. The analysis of energetic consumption was done through two parameters: the specific surface cut and the specific mechanical work necessary for dislocating units of the soil volume. In the paper were studied the influences of the working depth and width of ridge plough, respectively the movement speed of the agricultural technical system on the parameters. It is found that through increasing the work depth and the width of ridge plough, the specific surface cut and the specific mechanical work are reduced, meaning that the consumed energy decreases, while through increasing the movement speed the specific energy increases.*

Keywords: *energetic consumption, cultivator, mathematical modeling, greenhouses.*

INTRODUCTION

The channels are ditches which are used for temporary irrigation of the plants through surface drainage at some special operations included in cultivation technologies of the agricultural plants in greenhouses [1].

The cultivators for channels opening in greenhouses are built in line with requirements imposed by the constructions appropriate to protection rooms and energetic base used in these rooms.

Rezumat: *În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor privind optimizarea consumului energetic la operația de deschis rigole cu cultivatorul în cadrul procesului tehnologic de pregătire a patului germinativ în sere. La baza modelării matematice a rezistenței la tracțiune a cultivatorului a stat formula lui Goreacikin, iar energia totală consumată pentru această operație a fost împărțită în patru componente. Analiza consumului de energie s-a făcut prin intermediul a doi parametri: suprafața specifică tăiată şi lucrul mecanic specific necesar dislocării unității de volum din sol. În lucrare s-au studiat influențele adâncimii şi lățimii de lucru a rariței, respectiv a vitezei de deplasare a sistemului tehnic-agricol asupra parametrilor precizați. Se constată că prin creşterea adâncimii şi lățimii de lucru atât suprafața specifică tăiată, cât şi lucrul mecanic specific se micşorează, adică energia consumată scade, în timp ce prin creşterea vitezei de deplasare energia specifică creşte.*

Cuvinte cheie: *consum energetic, cultivator, modelare matematică, sere.*

INTRODUCERE

Rigolele sunt brazde care servesc la irigarea temporară a plantelor prin scurgere la suprafață la unele operații speciale prevăzute în tehnologiile de cultivare a plantelor în sere [1].

Cultivatoarele pentru deschis rigole în sere se construiesc în concordanță cu cerințele impuse de construcțiile specifice spațiilor de protecție şi de baza energetică utilizabilă în aceste spații.

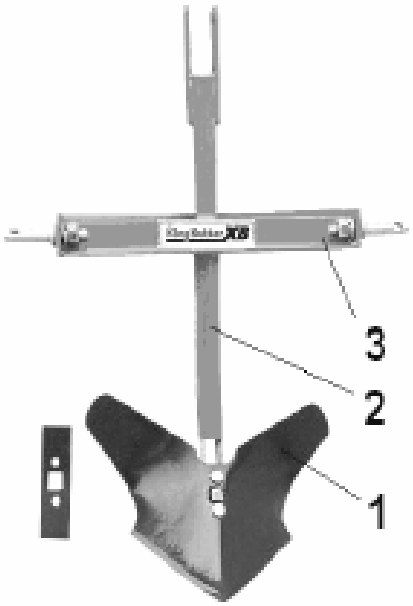


Fig. 1 - Cultivator structure with ridge plough /
Construcția cultivatorului cu organ de lucru tip rariță

From these considerations the companies which manufacture cultivators for channels opening are relatively few (Dogan Steel, King Kutter Leinbach Machinery, Tarter Gate etc.), comparing to the number of companies which manufacture cultivators for works in open spaces [4].

Most of the cultivators for channels opening are having the general structure similar with the one in figure 1.

The cultivator working part is ridge plough 1, which is assembled on the support 2, attached to the cultivator frame 3, which is a tube with a square section.

Important interest presents those cultivators to which the working part can be assembled on the subsoiler support.

The cultivator is coupled to tractor through the triangle grip and during work this rests on two wheels.

The ridge plough (fig.2) is composed of two surfaces of moldboard type; bind together, which form the chest 1 of ridge plough, assembled on support 2.

To the ridge plough lower part is placed the share 3 and to the lateral side are fixed the fenders 4. Some cultivators allow the fender positions adjustment. The main constructive-functional characteristic of the ridge plough is the working width **b.**

Din aceste considerente firmele care fabrică cultivatoare pentru deschis rigole sunt relativ puține (Dogan Steel, King Kutter Leinbach Machinery, Tarter Gate etc.), comparativ cu numărul firmelor care fabrică cultivatoare pentru lucrările din spațiile deschise [4].

Majoritatea cultivatoarelor pentru deschis rigole au construcția generală asemănătoare cu cea din figura 1.

Organul de lucru al cultivatorului este rariţa 1, care se montează pe suportul 2, ataşat cadrului 3 al cultivatorului, care este o țeavă cu secțiunea pătrată.

Prezintă interes deosebit acele cultivatoare la care organul de lucru se poate monta pe suportul unui subsolier.

Cultivatorul se cuplează la tractor prin triunghiul de prindere, iar în timpul lucrului acesta se sprijină pe două roți.

Rariţa (fig.2) este formată din două suprafețe de tip cormană, reunite între ele, care alcătuiesc pieptul 1 al rariței, montat pe suportul 2.

La partea inferioară a rariței se amplasează brăzdarul 3, iar pe părțile laterale se fixează aripile 4. Unele cultivatoare permit reglarea dispunerii aripilor. Principala caracteristică constructiv-funcțională a rariților este lățimea de lucru **b**.

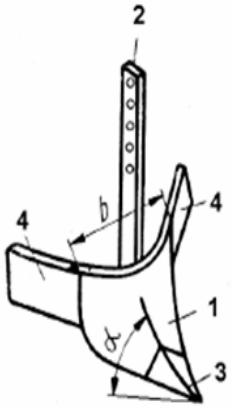


Fig. 2 – Thinning structure / *Constructia rariței*
Fig. 2 – Ridge plough structure / *Construcția rariței*

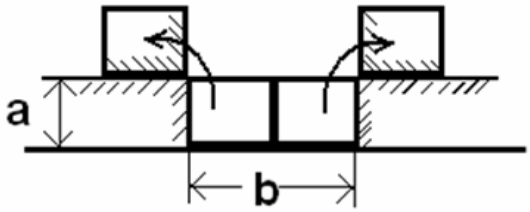


Fig. 3 – Cultivator working process for opening holes in greenhouses / *Procesul de lucru al cultivatorului pentru deschis rigole în sere*

Through working parts movement in soil, the share detaches a layer which is rising on the moldboards surfaces, is overturned and displaced laterally were is formed a prominence and behind the ridge plough is formed a ditch (fig.3).

Later the prominences are manually worked. The working depth **a** is between 100…150 mm and the working width **b** has values between 200…230 mm [3].

Prin deplasarea organelor de lucru în sol, brăzdarul desprinde un strat care se urcă pe suprafețele cormanelor, este răsturnat şi depus lateral, unde se formează o înălțătură, iar în urma rariței un şanț (fig.3).

Ulterior înălțăturile se prelucrează manual. Adâncimea de lucru **a** este de 100...150 mm, iar lățimea de lucru **b** are valori cuprinse între 200...230 mm [3].

MATERIAL AND METHOD

The researches realized in this paper are using mathematical modeling method for the energetic consumption of the cultivator for channels opening in the greenhouse, preparing germination bed, prepared for seeding or planting the future agricultural culture.

In figure 4 are presented the functional parameters of the cultivator ridge plough, form which is established that the trajectory of a point M(x,y) placed on the share edge, towards a fix references system is a parallel right line parallel with the soil surface to the working depth, namely:

MATERIAL ŞI METODĂ

Cercetările realizate în lucrare folosesc metoda modelării matematice a consumului energetic al cultivatorului pentru deschis rigole în patul germinativ al serei, pregătit pentru însămânțarea sau plantarea viitoarei culturi agricole.

În figura 4 se prezintă parametrii funcționali ai rariței cultivatorului, din care se constată că traiectoria unui punct M(x,y) aflat pe tăişul brăzdarului, față de un sistem de referință fix, este o dreaptă paralelă cu suprafața solului la adâncimea de lucru, adică:

$$y = -a;$$
$$x = v_m \cdot t\,, \qquad (1)$$

were: *a* is the working depth, in m; v_m – the movement speed, in m/s; *t* – the working time, in s.

în care: *a* este adâncimea de lucru, în m; v_m – viteza de deplasare, în m/s; *t* – timpul de lucru, în s.

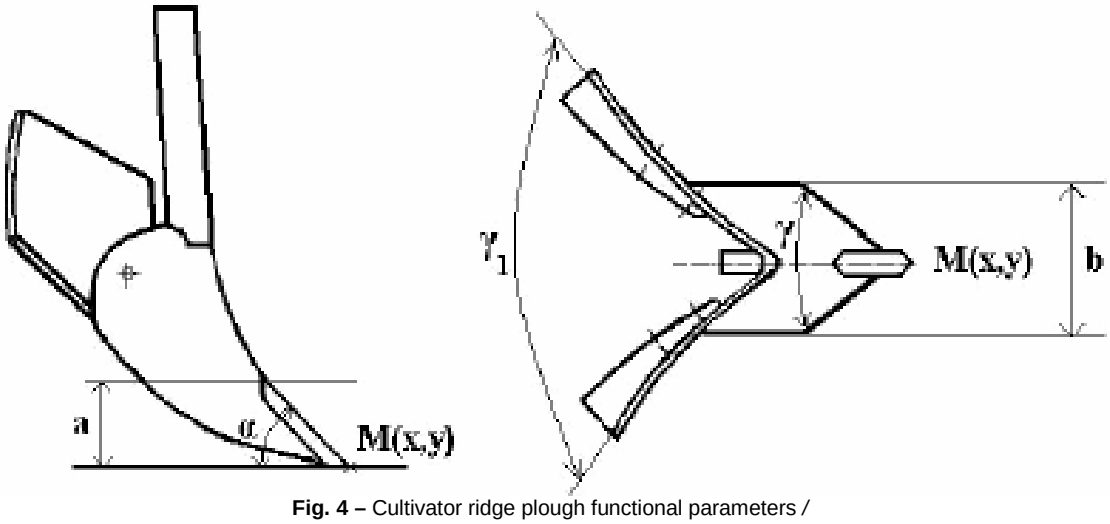


Fig. 4 – Cultivator ridge plough functional parameters /
Parametrii funcționali ai rariței cultivatorului

The values of the relative speeds of point M(x,y) are obtained through derivation of relation (1) in relation to time and the values of relative accelerations by derivation of relative speeds in relation to time.

The ridge plough behaves like a furrow with double mouldboard. The mouldboard lower part splits the soil, which is raised on their surface and overturned laterally. During raising and overturning, the soil obtains a kinetic energy, fact which influences the cultivator traction resistance.

In this situation the cultivator traction resistance can be best approximated with the formula proposed by Goreacikin [2] for the calculus of the plough with furrow mouldboard traction resistance. This formula shows the physical essence of the working process made by the cultivator ridge plough:

Vitezele relative ale punctului M(x,y) se obțin prin derivarea relației (1) în raport cu timpul, iar accelerațiilor relative, prin derivarea vitezelor relative în raport cu timpul.

Rariţa se comportă ca o trupiță cu cormană dublă. Partea inferioară a cormanelor dislocă solul, care este ridicat pe suprafața acestora şi răsturnat lateral. În timpul ridicării şi răsturnării, solul primeşte o energie cinetică, fapt care influențează rezistența la tracțiune a cultivatorului.

În această situație rezistența la tracțiune a cultivatorului se poate aprecia cel mai bine cu formula propusă de Goreacikin [2] pentru calculul rezistenței la tracțiunea plugului cu trupițe cu cormană. Această formulă oglindeşte esența fizică a procesului de lucru efectuat de rariţa cultivatorului:

$$R_c = f \cdot G_c + 2 \cdot k \cdot a \cdot \frac{b}{2} + 2 \cdot \varepsilon \cdot a \cdot \frac{b}{2} \cdot v_m^2 [N]. \quad (2)$$

It is remarked that relation (2) has three distinct components:

Se constată că relația (2) are trei componente distincte:

$$R_d = f G_c;$$
$$R_t = k \cdot a \cdot b;$$
$$R_a = \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v_m^2 \quad (3)$$

in which: R_c is the total resistance opposed by the cultivator to moving, in N; R_d – the resistance consumed by the cultivator to moving, in N; R_t – the resistance opposed by the soil to cutting, raising and breaking, in N; R_a – the resistance consumed for throwing the broken soil, in N; f – global resistance coefficient to cultivator rolling; G_c – the cultivator weight, in N; k – the resistance coefficient of the soil to plowing, in N/m^2; a – the working depth, in m; b – the ridge plough width, in m; ε – coefficient which depends on the moldboards form, in kg/m^3; v_m – the cultivator moving speed, in m/s.

The total energy necessary for soil work with the cultivator for channels opening in greenhouses can be expressed with the relation:

în care: R_c este rezistența totală opusă de cultivator la deplasare, în N; R_d – rezistența consumată de cultivator pentru deplasare, în N; R_t – rezistența opusă de sol la tăiere, ridicare şi destrămare, în N; R_a – rezistența consumată la aruncarea solului dislocat, în N; f – coeficient global de rezistență la rulare a cultivatorului; Gc – greutatea cultivatorului, în N; k – coeficientul rezistenței solului la arat, în N/m^2; a – adâncimea de lucru, în m; b – lățimea rariței, în m; ε – coeficient care depinde de forma cormanelor, în kg/m^3; v_m – viteza de înaintare a cultivatorului, în m/s.

Energia totală necesară prelucrării solului cu cultivatorul pentru deschis rigole în sere se poate exprima cu relația:

$$E_t = E_u + E_p [J], \quad (4)$$

where: E_u is the useful energy, in J; E_p – the loss energy in the equipment transmission, in J (is zero for cultivators).

The useful energy has the expression:

unde: E_u este energia utilă, în J; E_p – energia pierdută în transmisia echipamentului, în J (este nulă la cultivatoare).

Energia utilă are expresia:

$$E_u = P_u \cdot t_l [J], \quad (5)$$

where: P_u is the power consumed at channels opening in greenhouses with the cultivator, in W; t_l – the working time, in s

On the other hand, P_u has the expression:

în care: P_u este puterea consumată la deschiderea rigolelor în sere cu cultivatorul, în W; t_l – timpul de lucru, în s.

Pe de altă parte, P_u are expresia:

$$P_u = P_d + P_t + P_a\,[W], \tag{6}$$

where: P_d is the necessary power for the equipment movement, in W; P_t – the necessary power for soil cutting, in W; P_a – the necessary power for soil throwing ,in W.

Using relation (2) it can be written:

unde: P_d este puterea necesară pentru deplasarea echipamentului, în W; P_t – puterea necesară pentru tăierea solului, în W; P_a – puterea necesară pentru aruncarea solului, în W.

Folosind relația (2) se poate scrie:

$$P_u = f \cdot G_c \cdot v_m + k \cdot a \cdot b \cdot v_m + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v_m^3\,[W], \tag{7}$$

and the energy necessary for training the cultivator for channels opening in greenhouses is calculated with:

iar energia necesară antrenării cultivatorului pentru deschis rigole în sere se calculează cu relația:

$$E_t = f \cdot G_c \cdot v_m \cdot t_l + k \cdot a \cdot b \cdot v_m \cdot t_l + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v_m^3 \cdot t_l\,[J]. \tag{8}$$

As criteria for assessing the energy consumption to the channels opening work in greenhouses with the cultivator is considered the specific surface cut (S_{st}) and the specific mechanical work (L_{ms}).

The specific surface cut is a geometrical parameter of the dislocated soil slice, respectively the ratio between the specific surface cut of the dislocated soil (S_t) and the volume of the dislocated soil (V_r):

Ca şi *criterii de apreciere a consumului energetic* la lucrarea de deschis rigole în sere cu cultivatorul se consideră suprafața specifică tăiată (S_{st}) şi lucrul mecanic specific (L_{ms}).

Suprafața specifică tăiată este un parametru geometric al feliei de sol dislocată, respectiv raportul dintre suprafața tăiată a solului dislocat (S_t) şi volumul solului dislocat (V_r):

$$S_{st} = \frac{S_t}{V_t} = \frac{(2a+b)\cdot S}{a \cdot b \cdot S} = \frac{2}{b} + \frac{1}{a}\left[\frac{m^2}{m^3}\right], \tag{9}$$

where S represents the length coverd by the cultivator, in m.

The specific surface cut of soil dislocated unit volume characterizes the necessary energy for channels opening and the parameters which can influence it are the working depth and the ridge plough chest width.

As a and b are bigger the entire specific surface cut is smaller and the specific energy consumption is smaller.

The *specific mechanical work* is the mechanical work necessary for unit volume soil dislocation. In case of the channels opening work in greenhouses with cultivator, the specific mechanical work is calculated by reporting the mechanical work L_s consumed to the length covered S, to the soil volume V_s dislocated on this length, meaning:

în care S reprezintă spațiul parcurs de cultivator, în m.

Suprafața specifică tăiată a unității de volum de sol dislocat caracterizează energia necesară deschiderii rigolei iar parametrii care o pot influența sunt adâncimea de lucru şi lățimea pieptului rariței.

Cu cât a şi b sunt mai mari, cu atât suprafața specifică tăiată este mai mică, iar consumul energetic specific este mai mic.

Lucrul mecanic specific este lucrul mecanic necesar dislocării unității de volum din sol. În cazul lucrării de deschis rigole în sere cu cultivatorul, lucrul mecanic specific se calculează prin raportarea lucrului mecanic L_s efectuat la parcurgerea spațiului S, la volumul solului V_s dislocat pe acest spațiu, adică:

$$L_{ms} = \frac{L_s}{V_s} = \frac{E_u}{a \cdot b \cdot S}\left[\frac{J}{m^3}\right]. \tag{10}$$

Replacing relation (8) in relation (10) and making the simplification is obtained:

Substituind relația (8) în relația (10) şi efectuând simplificările se obține:

$$`L_{ms} = \frac{f \cdot G_c}{a \cdot b} + k + \varepsilon \cdot v_m^2\left[\frac{J}{m^3}\right], \tag{11}$$

from which results that the specific mechanical work for the channels opening work in greenhouses with the cultivator is influenced by the working depth, the ridge plough width, the equipment movement speed, the soil characteristic and the mouldboard geometry [5].

din care rezultă că lucrul mecanic specific al lucrării de deschis rigole în sere cu cultivatorul este influențat de adâncimea de lucru, lățimea rariței, viteza de deplasare a maşinii, felul solului şi forma cormanelor [5].

RESULTS

For the particular case of the work in greenhouses for channels opening with the cultivator, where: f = 0.25; G_c = 900 N; a = 0.15 m; b = 0.20 m; k = 35000 N/m^2 [3]; ε = 1700 kg/m^3; v_m = 0.5 m/s it is analyzed the influence of these parameters over the work energetic consumption.

In figure 5 it is presented the variation of the specific

REZULTATE

Pentru cazul particular de lucru în sere la deschis rigole cu cultivatorul, în care: f = 0,25; G_c = 900 N; a = 0,15 m; b = 0,20 m; k = 35 000 N/m^2 [3]; ε = 1700 kg/m^3; v_m = 0,5 m/s se analizează influența acestor parametri asupra consumului energetic al lucrării.

În figura 5 se prezintă variația suprafeței specifice tăiată

surface cut at the channels opening work in greenhouses with the cultivator, depending on the working depth.

la lucrarea de deschis rigole în sere cu cultivatorul, în funcție de adâncimea de lucru.

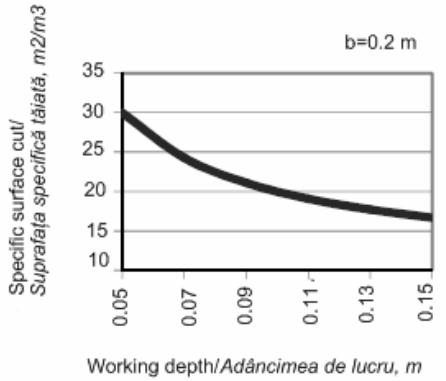


Fig. 5 - Specific surface cut variation depending on the working depth / *Variația suprafeței specifice tăiată în funcție de adâncimea de lucru*

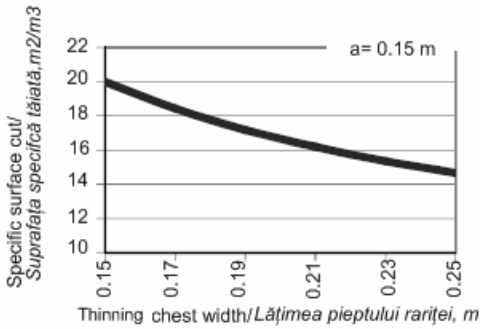


Fig. 6 - Specific surface cut variation depending on the ridge plough chest width/ *Variația suprafeței specifice tăiată în funcție de lățimea pieptului rariței*

It is found up that at smaller work width the specific surface cut is bigger so the specific energy consumption will be bigger, these two parameters being in an opposite proportionality.

In a similar situation is the specific surface variation cut (fig. 6) depending on the ridge plough chest width, namely at smaller work width the specific surface cut is bigger and the specific energetic consumption for channels opening is bigger.

In figure 7 is presented the specific mechanical work variation for channels opening work in greenhouses with cultivator, depending on the work depth and in figure 8 depending on the ridge plough width.

Se constată că la lățimi de lucru mai mici suprafața specifică tăiată este mare astfel că şi consumul energetic specific va fi mare, cei doi parametri aflându-se într-o proporționalitate inversă.

În aceeaşi situație se află variația suprafeței specifice tăiată (fig.6) în funcție de lățimea pieptului rariței, adică la lățimi de lucru mici suprafața specifică tăiată este mai mare, iar consumul energetic specific la deschiderea rigolei este mai mare.

În figura 7 se prezintă variația lucrului mecanic specific la lucrarea de deschis rigole în sere cu cultivatorul, în funcție de adâncimea de lucru, iar în figura 8 în funcție de lățimea rariței.

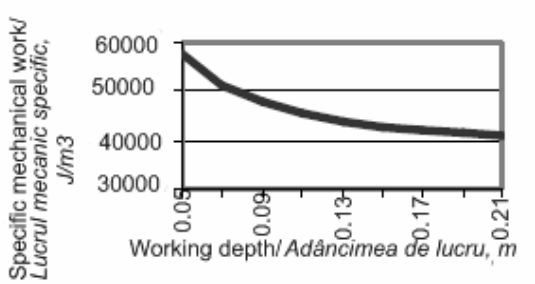


Fig. 7- Specific mechanical work variation depending on the working depth / *Variația lucrului mecanic specific în funcție de adâncimea de lucru*

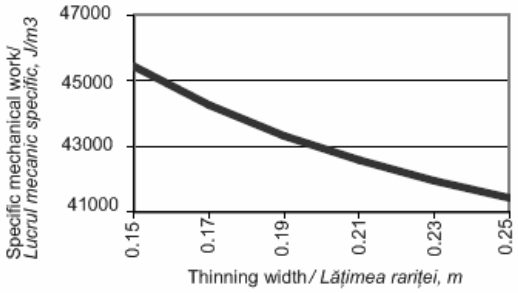


Fig. 8 Specific mechanical work variation depending on the ridge plough width/ *Variația lucrului mecanic specific în funcție de lățimea rariței*

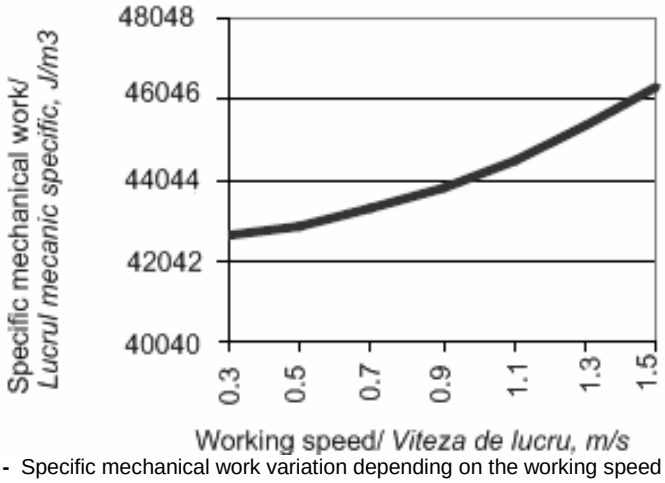


Fig. 9 - Specific mechanical work variation depending on the working speed / *Variația lucrului mecanic specific în funcție de viteza de lucru*

It is found that by increasing the considered parameters it is reduced the specific mechanical work of this agricultural work and also the specific energetic consumption.

In figure 9 is presented the influence of the cultivator movement speed during specific mechanical work, from which it results a direct proportionality variation of this parameter.

It has resulted that for optimizing the energetic consumption at channels opening work in greenhouses with the cultivator is necessary that the work depth and width have maximal technological values and the agricultural system movement speed be moderate.

CONCLUSIONS

1. The energy necessary to channels opening work in greenhouses with the cultivator can be decomposed in three components, namely: the agricultural equipment movement; the soil cutting, soil dislocating and raising; the soil laterally throwing. For reducing the energetic consumptions it must be analyzed and optimized every component.

2. The energetic consumption reduction for the equipment moving can be assured through reducing the cultivator weight from the design and manufacturing stage, by using lighter materials but adequate under the mechanical solicitations resistance aspect. The reduction of the rolling resistance coefficient can be obtained using wheels with bigger diameters and widths and with low pressure tires.

3. The specific energetic consumption reduction at channel opening mechanical operations in greenhouses soil can be performed through increasing the dislocated soil slice and through doing the agricultural work when the soil presents optimal physical- mechanical properties.

4. By increasing the work depth and width the specific mechanical work decreases and through increasing the movement speed this increases.

Acknowledgement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme of Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the project number ID59323.

REFERENCES

[1]. Ceauşescu I. (1984) – *General and Special Vegetables*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest.
[2]. Căproiu Şt.,ş.a. (1982) –*Agricultural Machineries for Soil Working, Sowing and Cultures Maintenance* , Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest.
[3]. Mitroi A. (2003) - *Agriculture Mechanization, University Manual*, USAMV, Bucharest.
[4]. Naghiu A. (2006) – *Energetic Base for Agriculture and Forestry*, Risoprint Publishing House, Cluj-Napoca.
[5]. Pasztor J., Brătucu Gh. (2008) - *Researches about the Kinetiks and the Dynamics of the Machines for Preparing the Seedbeds in Greenhouses*, International Conference on New Researches in Food and Tourism, Bioatlas, Braşov, Romania.

Se constată că prin creşterea parametrilor consideraţi se reduce lucrul mecanic specific al acestei lucrări, deci şi consumul energetic specific.

În figura 9 este prezentată influenţa vitezei de deplasare a cultivatorului în timpul lucrului asupra lucrului mecanic specific, din care se constată o variaţie direct proporţională a acestuia.

Rezultă că pentru optimizarea consumurilor energetice la lucrarea de deschis rigole în sere cu cultivatorul este necesar ca adâncimea şi lăţimea de lucru să aibă valorile tehnologice maxime, iar viteza de deplasare a sistemului tehnic agricol să fie moderată.

CONCLUZII

1.Energia necesară la lucrarea de deschis rigole în sere cu cultivatorul se poate descompune în trei componente, respectiv: deplasarea echipamentului; tăierea, dislocarea şi ridicarea solului; aruncarea spre lateral a solului. Pentru reducerea consumurilor energetice trebuie analizată şi optimizată fiecare componentă.

2.Reducerea consumului de energie pentru deplasare se poate asigura prin reducerea greutăţii cultivatorului încă din etapele de proiectare şi fabricare, prin folosirea unor materiale mai uşoare, dar corespunzătoare sub aspectul rezistenţei la solicitările mecanice. Reducerea coeficientului de rezistenţă la rulare se poate obţine prin folosirea roţilor cu diametre şi lăţimi cât mai mari şi cu presiuni scăzute în pneuri.

3.Reducerea energiei specifice efectuării operaţiilor mecanice de deschidere a rigolelor în solul serelor se poate realiza prin creşterea feliei de sol dislocată şi prin efectuarea lucrării în momentul în care solul prezintă proprietăţi fizico-mecanice optime.

4.Prin creşterea adâncimii şi lăţimii de lucru lucrul mecanic specific scade, iar prin creşterea vitezei de lucru aceasta creşte.

Acknowledgement

Această lucrare este sprijinită de Programul Operaţional Sectorial de Dezvoltare a Resurselor Umane (SOP HRD), finanţat de Fondul Social European si de Guvernul României în carul proiectului numărul ID59323.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Ceauşescu I. (1984) - *Legumicultură generală şi specială*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
[2]. Căproiu Şt.,ş.a. (1982) - *Maşini agricole de lucrat solul, semănat şi întreţinerea culturilor*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
[3]. Mitroi A. (2003) - *Mecanizarea agriculturii, Manual universitar*, USAMV, Bucureşti.
[4]. Naghiu A. (2006) - *Baza energetică pentru agricultură şi silvicultură*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
[5]. Pasztor J., Brătucu Gh. (2008) - Cercetări privind cinematica şi dinamica maşinilor pentru preparea răsadniţilor în sere, Conferinţa internaţională privind noi cercetări în Alimentaţie şi turism, Bioatlas, Braşov, România.

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF COMPLEX TECHNICAL EQUIPMENT FOR SOWING CORN IN NARROW STRIPS
/
CERCETĂRI EXPERIMENTALE ALE UNUI ECHIPAMENT TEHNIC COMPLEX DE SEMĂNAT PORUMB ÎN BENZI ÎNGUSTE

PhD. Stud. Eng. Brencu M. L.[1)], PhD. Eng. Marin E.[2)]
[1)]University from Craiova / Romania; [2)]INMA Bucharest / Romania
Tel: +40 21.269.32.69; Fax: +40 21.269.32.73; E-mail: emarin@inma.ro

Abstract: *This paper presents experimental results of a research complex technical equipment for planting corn in narrow strips. To determine the quality of work and energy indices the technical equipment worked in aggregate with tractor New Holland T6070 tractors of 140 HP and to determine the operating parameters it worked with wheeled tractor 1506 Lamborghini of 150 HP.. Results obtained from experimental research, allowed promoting complex technical equipment of sowing corn in narrow strips to prevent soil degradation, reduce energy consumption, increase the productive potential of soils and increase water use efficiency.*

Keywords*: strips, fertilization, insecticide, hoeing, soil, sowing.*

INTRODUCTION

Continuing intensification of agriculture will exacerbate the negative effects on the environment through degradation of its different components: soil, atmosphere, surface and depth, etc., affecting the development and promotion of sustainable economy and a healthy society [1]. It results the need to find alternative for tillage and plant cultivation to minimize the soil damaging and allow to perform quality works on time and with minimum energy consumption, namely with reduced costs of manufacturing and high profits. One of these alternatives is the sustainable agriculture that aims to enhance agricultural production by optimizing the use of agricultural resources and by helping to reduce widespread degradation of land through integrated management of available soil, water and biological resources combined with external inputs.

Mechanical work is replaced by biological mixing of soil, microorganisms in soil, roots and soil fauna taking the role of work and balancing soil nutrients. Soil fertility (nutrients and water) is controlled by managing the soil cover, crop rotation and weed control [7]. Technical equipment presented in this paper is designed as a modulated construction to allow by simple mounting or dismounting some compounds to be used independently at a passing for working, preparing and loosening the soil on an area called "narrow strip" and the another passage for hoeing crops sowing (sowing grain to grain corn, sunflower, etc..) concomitantly with the ustilization of chemical fertilizers and insecticides or simultaneously, when processing "narrow strips", sowing hoeing plants, fertilizing, distributing granulated insecticides, incorporation into the soil, covering and and ensuring a light compacting achieved in a single pass, reducing soil compaction, energy consumption, labor cost, etc.

MATERIALS AND METHODS

For carrying out experimental research in laboratory-field to determine the quality of work and energy indices, was used the tractor NEW HOLLAND

Rezumat: *În această lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale ale unui echipament tehnic complex de semănat porumb în benzi înguste. Pentru determinarea indicilor calitativi de lucru şi energetici echipamentul tehnic a lucrat în agregat cu tractorul New Holland tip T6070 de 140 CP pe roți iar pentru determinarea a indicilor de exploatare cu tractorul Lamborghini tip 1506 de 150 CP pe roți. Rezultatele obținute, în urma cercetărilor experimentale, au permis promovarea echipamentului tehnic complex de semănat porumb în benzi înguste în scopul prevenirii degradării solului, reducerii consumurilor energetice, sporirii potențialului productiv al solurilor şi creşterii eficienței de folosire a apei.*

Cuvinte cheie*: benzi, fertilizat, insecticide, prăşitoare, sol, semănat*

INTRODUCERE

Continua intensificare a agriculturii va agrava efectele negative asupra mediului înconjurător prin degradarea diferitelor sale componente: sol, atmosferă, ape de suprafața şi de adâncime etc., afectând dezvoltarea şi promovarea economiei durabile şi a unei societăți sănătoase [1]. Rezultă necesitatea găsirii unor alternative de lucrare a solului şi de cultivare a plantelor care să reducă la maximum aceste deprecieri ale solului şi să permită efectuarea unor lucrări de calitate, la timp şi cu consumuri energetice minime, respectiv cu costuri de producție reduse şi profituri mari. Una din aceste alternative este agricultura durabilă care urmăreşte intensificarea producției agricole prin optimizarea utilizării resurselor agricole şi prin contribuirea la reducerea degradării răspândite a terenurilor prin gestionarea integrată a solului disponibil, a apelor şi a resurselor biologice combinate cu materii prime externe.

Lucrarea mecanizată este înlocuită de amestecarea biologică a solului, microorganismele din sol, rădăcinile şi fauna solului preluând funcția de lucrare şi de echilibrare a substanțelor nutritive din sol. Fertilitatea solului (substanțe nutritive şi apă) este controlată prin gestionarea acoperii solului, rotația culturilor şi controlul buruienilor [7]. Echipamentul tehnic, prezentat în cadrul lucrării, este conceput în construcție modulată pentru a permite, prin simple montări sau demontări ale unor ansambluri, să fi utilizat independent la o trecere pentru prelucrarea, mobilizarea şi afânarea solului pe o zonă numită “banda îngustă” iar la altă trecere pentru semănatul culturilor de plante prăşitoare (semănatul bob cu bob la porumb, floarea-soarelui etc.) concomitent cu administrarea îngrăşămintelor chimice şi insecticidelor sau simultan când prelucrarea solului în “benzi înguste”, semănatul plantelor prăşitoare, fertilizatul, distribuirea insecticidelor granulate, încorporarea în sol, acoperirea şi tasarea uşoară se realizează la o singură trecere, reducând substanțial tasarea solului, consumul energetic, costul de forță de muncă etc.

MATERIALE ŞI METODĂ

Pentru executarea cercetărilor experimentale în condiții de laborator-câmp, în scopul determinării indicilor calitativi de lucru şi energetici, s-a folosit tractorul T6070

T6070, INMA Bucharest existing equipment, which has the following main technical characteristics: overall dimensions (length x width x height), mm: 5347 x 2230 x 3040; tractor mass, kg: 10000; wheelbase, mm: 2734; track at the front axle / rear axle mm: 2030/2030; engine power: 141 HP [5].

Complex technical equipment sowing corn in narrow strips (Fig. 1a) consists of equipment for working the soil in a narrow strips (Fig. 1b) and a hoeing plant sowing machine concomitantly with distribution and fertilizing granular insecticides 2 (Fig. 1b). In the device 1 (Fig. 1b) are installed the following components: a coupling bar, a left wheel support, a right wheel support and four sections for working the soil in narrow strips.

NEW HOLLAND, existent în dotarea INMA Bucureşti, care are următoarele caracteristici tehnice principale: dimensiuni de gabarit (lungime × lățime × înălțime), mm: 5347×2230×3040; masa tractorului, kg: 10000; ampatamentul, mm: 2734; ecartamentul la puntea din față/spate, mm: 2030/2030; puterea motorului: 141 CP [5].

Echipamentul tehnic complex de semănat porumb în benzi înguste (fig. 1a) are în componență un echipament pentru lucrat solul în benzi înguste *1* (fig. 1b) şi o semănătoare pentru semănat plante prăşitoare concomitent cu fertilizarea şi distribuirea insecticidelor granulate *2* (fig. 1b). Pe cadrul echipamentului *1* (fig. 1b) sunt montate următoarele componente: o bară de cuplare, o roată de sprijin stânga, o roată de sprijin dreapta şi patru secții de lucrat solul în benzi înguste.

a) b)

Fig. 1 - Technical equipment for working the soil in strips, sowing, fertilizing and distributing granular insecticides / *Echipament tehnic de lucrat solul în benzi, semănat, fertilizat şi distribuit îngrăşăminte granulate:* a) right side rear view / *vedere lateral dreapta spate;* b) left side view / *vedere lateral stânga*

Distribution scheme of working bodies of technical equipment is shown in Figure 2.

Schema distribuției organelor de lucru ale echipamentului tehnic este prezentată în figura 2.

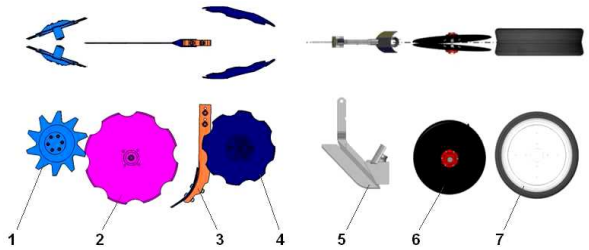


Fig. 2 - Distribution scheme of working bodies of complex technical equipment for planting corn in narrow strips / *Schema distribuției organelor de lucru ale echipamentului tehnic complex de semănat porumb în benzi înguste*
1 - slotted discs mounted inclined / *discuri crestate montate înclinat;* 2 – straight notched disc / *disc drept crestat;* 3 - reversible chisel knife / *cuțit cu daltă reversibilă;* 4 - spherical notched discs / *discuri sferice crestate;* 5 – skate share for microgranulated and solid fertilizers / , *brăzdar patină pentru îngrăşăminte chimice solide şi microgranule;* 6 - double disc coulter seed / *brăzdar dublu disc pentru semințe;* 7 - wheel compaction / *roată de tasare*

While working, running slotted disc performs two movements: a translational motion and a rotation movement due to forces of friction between the disc and soil. Working process takes place in the following phases: penetrating into the soil successively of notched portions of the disk and creating vertical grooves. In Figure 3 are curves described by different points of a notch on the disk and along with them, the soil in the concavity of the disc (point *1* on the circumference at the maximum depth, the point *a* in the middle of the notch and point *2* at the base of the notch).

În timpul lucrului, discul drept crestat execută două mişcări: o mişcare de translație sau de deplasare şi o mişcare de rotație datorită forțelor de frecare dintre disc şi sol. Procesul de lucru se desfăşoară în următoarele faze: pătrunderea succesivă în sol a porțiunilor crestate ale discului şi crearea unei crestături în plan vertical. În figura 3 sunt prezentate curbele descrise de diferite puncte ale unei crestături de pe disc şi odată cu ele, de solul aflat în concavitatea respectivă a discului (punctul **1** pe circumferință la adâncimea maximă, punctul **a** la mijlocul crestăturii şi punctul **2** la baza crestăturii).

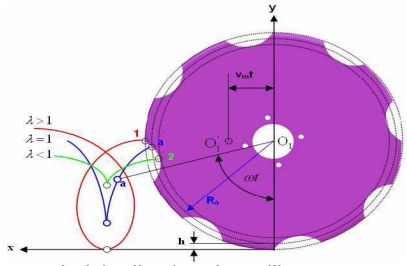


Fig. 3 - Trajectories of points on the notch right disc / *Traiectoriile unor puncte de pe o crestătură a discului drept*

Kinematic transmission scheme for seeds, fertilizers and microgranulated insecticides is shown in Figure 4.

Schema cinematică a transmisiei pentru semințe, îngrăşăminte chimice granulate şi insecticide microgranulate, este prezentată în figura 4.

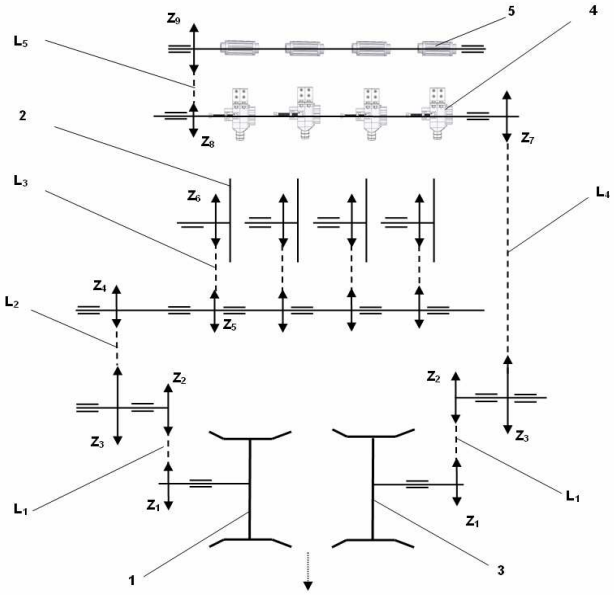


Fig. 4 - Kinematic transmission scheme for seeds, fertilizers and microgranulated insecticides /
Schema cinematică a transmisiei pentru semințe, îngrăşăminte chimice granulate şi insecticide micogranulate

Moving the technical equipment on the ground, the right driving wheel *1* transmits the movement by chain transmission through L_1 and L_2 to distribution apparata axle 2 which revolves the discs, sending the seed to double disc shares into holes performed by them. On each hole of the disc is fixed only one seed due to limited space around the hole. To remove excess juice (which appears incidentally) there is a fixed scraper covering up to one third of the disc hole. To this end there is a correlation between the diameter of the hole layout on the disc, holes diameter and scraper's position. Setting standards for planting is carried out according to agro-technical requirements, by appropriate choice of chain wheels Z_2, Z_3 and Z_4.

However, support and drive wheel left 3 transmits the movement through the transmission chain L_1 and L_4 in fertilizer dispensers shaft of solid chemical fertilizers 4. Fertilizer distributors in the box take and distribute fertilizers through flexible tubes to plowshares shoe. The volume of fertilizer distribution apparatus evacuated to a rotating grooved cylinder is dosed with a high accuracy because of the possibility of adjusting the lengthening of grooved with a screw adjustment device. Solid fertilizer distributors axis transmit the motion of rotation through the chain of transmission L_5 to the grooved cylinder distributing devices which distribute insecticides in an amount set by flexible tubes in the plowshares shoe. Setting standards for solid fertilizers is carried out according to agro-technical requirements, by appropriate choice of Z_3 and Z_7 chain wheels, and the rules for microgranulated insecticides are performed according to agro-technical requirements, by appropriate choice of chain wheels Z_8 and Z_9.

The shoe shares perform ditches under the sowing depth and at the left of sowing furrow where fertilizers and insecticides are introduced as microgranules. Settling wheels close channels and compact the soil on the sides of the sown row. Management of technical equipment in the field is made after the traces of markers on the ground.

Calculation of the transmission reports i_n for seed distribution is given by relation:

Prin deplasarea echipamentului tehnic pe sol, roata de sprijin şi acționare dreapta *1* transmite mişcarea prin intermediul transmisiei cu lanț L_1 şi a transmisiei cu lanț L_2 la axul aparatelor pentru distribuție *2*, care rotesc discurile, transmițând sămânța spre brăzdarele dublu disc în rigolele deschise de acestea. Pe fiecare orificiu al discului se fixează numai câte o sămânță datorită spațiului limitat din jurul orificiului. Pentru eliminarea surplusului de boabe (ce apare accidental) există un răzuitor fix care acoperă până la o treime din orificiul discului. În acest scop există o corelare între diametrul de dispunere a orificiilor pe disc, diametrul orificiilor şi poziția răzuitorului. Reglarea normelor de semănat se efectuează, în funcție de cerințele agrotehnice, prin alegerea corespunzătoare a roților de lanț Z_2, Z_3 şi Z_4.

Totodată, roata de sprijin şi acționare stânga *3* transmite mişcarea prin intermediul transmisiei cu lanț L_1 şi a transmisiei cu lanț L_4 la axul distribuitoarelor de îngrăşăminte chimice solide *4.* Distribuitoarele din lada de îngrăşăminte preiau îngrăşămintele şi le distribuie prin tuburile flexibile la brăzdarele patină. Volumul de îngrăşăminte evacuat de aparatul de distribuție, la o rotație a cilindrului canelat este dozat cu o precizie mare datorită posibilității reglării lungimii canelate cu ajutorul unui dispozitiv de reglaj cu şurub. Axul distribuitoarelor de îngrăşăminte chimice solide transmite mişcarea de rotație prin intermediul transmisiei cu lanț L_5 la distribuitoarele de microgranule de tipul cilindru canelat care repartizează insecticidele în cantitatea reglată prin tuburile flexibile în brăzdarele patină. Reglarea normelor de îngrăşăminte chimice solide se efectuează, în funcție de cerințele agrotehnice, prin alegerea corespunzătoare a roților de lanț Z_3 şi Z_7, iar a normelor de insecticide microgranulate se efectuează, în funcție de cerințele agrotehnice, prin alegerea corespunzătoare a roților de lanț Z_8 şi Z_9

Brăzdarele patină execută nişte rigole sub adâncimea de semănat şi lateral rigolei de semănat în care sunt introduse îngrăşămintele şi insecticidele sub formă de microgranule. Roțile de tasare închid rigolele şi tasează solul pe părțile laterale ale rândului semănat. Conducerea echipamentului tehnic pe câmp se face după urmele lăsate de marcatoare pe sol.

Calculul rapoartelor de transmitere i_n a transmisiei pentru distribuția semințelor este dată de relația:

$$i_n = i_1 \times i_2 \times i_3 \quad (1)$$

where:

$i_1 = \frac{Z_2}{Z_1}$, $i_2 = \frac{Z_4}{Z_3}$ and $i_3 = \frac{Z_6}{Z_5}$

Calculation of the transmission reports i_n for solid granulated fertilizers distribution is given by:

unde:

$i_1 = \frac{Z_2}{Z_1}$, $i_2 = \frac{Z_4}{Z_3}$ şi $i_3 = \frac{Z_6}{Z_5}$

Calculul rapoartelor de transmitere i_n a transmisiei pentru distribuția îngrăşămintelor chimice solide granulate este dată de relația:

$$i_n = i_1 \times i_4 \quad (2)$$

where: $i_1 = \frac{Z_2}{Z_1}$, $i_4 = \frac{Z_7}{Z_3}$ and $i_5 = \frac{Z_9}{Z_8}$

Number of teeth of the chain wheels is as follows: Z_1 = 12, Z_2 = 12, 20, 21, Z_3 = 13, 20, 21, Z_4 = 13, Z_5 = 22, Z_6 = 22; Z_7 = 22; Z_8 = 22; Z_9 = 22.

The main technical characteristics of technical equipment are presented in Table 1.

unde: $i_1 = \frac{Z_2}{Z_1}$, $i_4 = \frac{Z_7}{Z_3}$ şi $i_5 = \frac{Z_9}{Z_8}$

Numărul de dinți al roțile de lanț este următorul: Z_1=12; Z_2 =12, 20, 21; Z_3=13, 20, 21; Z_4=13; Z_5=22; Z_6=22; Z_7=22; Z_8=22; Z_9=22.

Principalele caracteristici tehnice ale echipamentului tehnic sunt prezentate în tabelul 1.

Table 1 / *Tabelul1*

Feature / *Caracteristica*	**MU / *UM***	**Value / *Valoare***
Number of sections of working the soil / *Numărul de secții de lucrat solul*	pc / *buc*	4
Distance between working sections worked / *Distanta dintre secțiile de lucrat solul*	mm	700
Number of sowning sections / *Numărul de secții de semănat*	pc / *buc*	4
Number of sowing coulters / *Numărul de brăzdare de semănat*	pc / *buc*	4
Distance between rows sown / *Distanța dintre rândurile semănate*	cm	12.5 / *12,5*
Depth of sowing / *Adâncimea de semănat*	cm	2÷12
Working width / *Lățimea de lucru*	m	2.8 / *2,8*
Mass / *Masa*	kg	1383

For manufacturing the technical equipment for working the soil in strips, sowing hoeing plants, fertilizing and distributing insecticides were used solutions were the object of a patent demand no. RO 126262 A2 registered at OSIM with number A1637 / 10.11.2009 [6]. The main advantages of new solutions chosen are: it provides access, facilitates and reduces the time needed for assembling and disassembling the equipment connecting rods and sowers and for technical interventions to components.

Experiments in laboratory conditions, field conditions of technical equipment, for determining indices of quality of work and energy indices were conducted on experimental plots of INMA Bucharest in accordance with a specific procedure of testing and the requirements of SR 13238-1:1994 [9] and ISO STAS 7256/1-92 [10].

The equipment used to determine terrain characteristics of experimental plot:

- digital electronic cone penetrometer FIELDSCOUT SC 900;
- capacitive ground umidometer FIELDSCOUT TDR 300;
- Garmin GPSMAP navigation device 60 CSX;

The apparata used to determine work quality indicators:

- mechanical timer;
- METTLER PM 6000 electronic balance;
- RW10P portable scales;
- electronic tachometer.

The equipment used to determine energy and mining indices:

- frame with strain gauge marks;
- intensive data acquisition system type MGCplus.

Strain gauge frame (Fig. 5) consists of three frames (1:central and two lateral 2, 3) and five supports adjustable with elastic rings 4 which can be mounted by fasteners in three positions, making possible its coupling both to suspension three-point mechanisms, category 3, 3N, 4, 4N ISO 730:2009 [8] of tractors and agricultural machinery of respective categories.

La realizarea echipamentului tehnic de lucrat solul în benzi, semănat plante prăşitoare, fertilizat şi distribuit insecticide au fost folosite soluții care au făcut obiectul unei cereri de brevet de invenție nr. RO 126262 A2 înregistrată la OSIM cu numărul A1637 / 10.11.2009 [6]. Principalele avantaje ale soluțiilor noi alese sunt: se asigură accesul, uşurează şi reduce timpul necesar pentru montarea şi demontarea barelor de legătură a echipamentului de lucrat solul şi a semănătorii cât şi pentru intervențiile tehnice la componente.

Experimentările în condiții de câmp-laborator ale echipamentului tehnic, pentru determinarea indicilor calitativi de lucru şi a indicilor energetici, s-au efectuat pe loturile experimentale ale INMA Bucureşti în conformitate cu o procedură specifică de încercări şi cerințele din SR 13238-1:1994 [9] şi STAS ISO 7256/1-92 [10].

Aparatura utilizată pentru determinarea caracteristicilor terenului lotului experimental:

- penetrometrul electronic digital cu con FIELDSCOUT SC 900;
- umidometrul capacitiv de sol FIELDSCOUT TDR 300;
- dispozitivul de navigație Garmin GPSMAP 60 CSx.

Aparatura utilizată pentru determinarea indicilor calitativi de lucru:

- cronometrul mecanic;
- balanța electronică METTLER PM 6000;
- cântar portabil RW10P;
- tahometru electronic.

Aparatura utilizată pentru determinarea indicilor energetici şi de exploatare:

- ramă cu mărci tensometrice;
- sistem de amplificare şi achiziție date tip MGCplus.

Rama cu mărci tensometrice (fig. 5) este constituită din trei cadre (central 1 şi două laterale 2, 3) şi cinci suporturi reglabile cu inele elastice 4 care se pot monta prin organe de asamblare în trei poziții, făcând astfel posibilă cuplarea acesteia atât la mecanismele de suspendare în trei puncte de categoria 3, 3N, 4, 4N conform ISO 730:2009 [8] a tractoarelor cât şi la dispozitivele de cuplare ale maşinilor agricole din categoriile respective.

Fig. 5 - Strain gauge frame coupled to the three-point linkage mechanism category 3 according to ISO 730:2009 of the tractor / *Rama cu mărci tensometrice cuplată la mecanismul de suspendare în trei puncte categoria 3 conform ISO 730:2009 al tractorului*

The following qualitative indices were determined :
- *Working depth* was determined by measuring the distance between the surface of the fallow field and bottom of the furrow left by the working body with the furrow measuring device. Measurements were performed in 5 places at 2 m between points for three speeds (low, average and maximum) of technical equipment.
- *Working width* of the technical equipment soil was determined in five places, working for three speeds (low, average and maximum), by measuring the distance from each stake marking to the furrow wall, making the difference from the previous passage .It was measured with gauge tape.

The following energetic indicators were determined:
- *Tensile strength*

To determine the tensile strength of technical equipment connected on three-point linkage mechanism of tractor was used the tensometry method [2] being made of an amplifying and purchasing data system type MGCplus with 16 analog input channels and 16 digital output channels and an amplifying modulus HBM 455 ML.

For data acquired Toshiba directly in a Toshiba computer a software Catman was used specialized in data acquisition and processing. Power supply of system MGCplus was a battery with lead accumulators, of 12 V voltage. Catman software specialized in data acquisition and processing has enabled filtering signals received from sensors and determine the minimum, maximum and average of them.
- *Traction power*

Tensile strength was calculated using RTP travel speed and strength VL of traction unit FTR previously determined, using the relation [3], [4]:

Au fost determinați următorii indici calitativi:
- *Adâncimea de lucrat solul* s-a determinat cu ajutorul brazdometrului prin măsurarea distanței dintre suprafața câmpului nelucrat şi fundul de brazdă lăsat de organul de lucru. S-au efectuat măsurători în 5 de puncte la intervale de 2 m între puncte pentru trei viteze de lucru (mică, medie şi maximă) ale echipamentului tehnic.
- *Lățimea de lucrat solul* a echipamentului tehnic s-a determinat în 5 de locuri, pentru trei viteze de lucru (mică, medie şi maximă), prin măsurare cu ruleta a distanței de la fiecare țăruş de marcare la peretele brazdei, făcând diferența față de trecerea anterioară.

Au fost determinați următorii indici energetici:
- *Forța de tracțiune*

Pentru determinarea forței de tracțiune a echipamentului tehnic cuplat pe mecanismul de suspendare în trei puncte la tractor s-a utilizat metoda tensometrică [2] utilizând un echipament modern de tensometrie format dintr-un sistem de amplificare şi achiziție date tip MGCplus, cu 16 canale de intrare analogice şi 16 canale de ieşire digitale şi cu un modul de amplificare ML 455 HBM.

Pentru înregistrarea datelor achiziționate direct pe un computer Toshiba s-a utilizat un soft CATMAN specializat pentru achiziția şi prelucrarea datelor. Sursa de alimentare a sistemului MGCplus a fost o baterie de acumulatori cu plumb, cu tensiunea de 12 V. Softul CATMAN specializat pentru achiziția şi prelucrarea datelor a permis filtrarea semnalelor primite de la traductoare şi determinarea valorilor minime, maxime şi medii ale acestora.
- *Puterea de tracțiune*

Puterea de tracțiune P_{tr} a fost calculată pe baza vitezei de deplasare v_l a agregatului şi a forței de tracțiune F_{tr} determinate anterior, cu ajutorul relației [3], [4]:

$$P_{tr} = \frac{F_{tr} \times v_l}{270} \text{ [CP]} \quad (4)$$

where F_{tr} is measured in N and v_l in km/h.

unde F_{tr} este măsurată în N şi v_l în km/h.

RESULTS

Before carrying out experimental research work to determine quality indicators were determined masses of technical equipment in aggregate with tractor NEW HOLLAND T6070 by weighing using portable scales RW10P. Table 2 presents the results of measurements.

REZULTATE

Înainte de efectuarea cercetărilor experimentale pentru determinarea indicilor calitatici de lucru au fost determinate masele echipamentului tehnic în agregat cu tractorul T6070 NEW HOLLAND prin cântărire cu ajutorul cântarelor portabile RW10P. În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele determinărilor.

Table 2 / *Tabelul 2*

Feature / *Caracteristica*	**MU / *UM***	**Value / *Valoare***
The total mass of the tractor NEW HOLLAND T6070 / *Masa totală a tractorului T6070 NEW HOLLAND* - Front / *față*, M_{pf} - Back / *spate*, M_{ps} - Total / *totală*, M_{pt}	**kg**	 2860 2980 5810
NEW HOLLAND T6070 tractor mass with technical equipment / *Masa tractorului T6070 NEW HOLLAND cu echipamentul tehnic* - Front / *față*, M_{Tpf} - Back / *spate*, M_{Tps} - Total / *totală*, M_{Tpt}	**kg**	 1864 6329 7193
- Mass of technical equipment / *Masa echipamentului tehnic*	**kg**	1383

The percentage of load on the front axle reported to the total mass of the tractor NEW HOLLAND T6070 including technical equipment SLS is given by reation:

Valoarea procentuală a încărcării pe puntea față raportată la masa totală a tractorului T6070 NEW HOLLAND cu echipamentul tehnic SLS este dată de relația:

$$\frac{M_{Tpf}}{M_{Tpt}} \cdot 100 = \frac{1864}{7193} \cdot 100 = 25{,}91\% \quad (5)$$

The result is a value of 25.91% which satisfies the requirement of stability in longitudinal plan so that the aggregate does not prance (according to internal regulations on the movement of vehicles, front axle load must be bigger than 20% of the aggregate).

In Table 3 are determined values of the average working depth of soil.

A rezultat o valoare de 25,91 % care satisface cerința de stabilitate în plan longitudinal pentru ca agregatul să nu cabreze (conform reglementărilor interne privind circulația vehiculelor, sarcina pe puntea față trebuie să fie mai mare de 20 % din masa agregatului).

În tabelul 3 sunt prezentate valorile determinate ale adâncimii medii de lucrat solul.

Table 3 / *Tabelul 3*

Repetition / *Repetiția*	a_i **[cm]**	a_m **[cm]**
1	58.4 / *58,4*	60.2 / *60,2*
2	61.2 / *61,2*	
3	59.4 / *59,4*	
4	60.6 / *60,6*	
5	61.4 / *61,4*	

In Table 4 are presented the values determined of the average width of soil working.

În tabelul 4 sunt prezentate valorile determinate ale lățimii medii de lucrat solul.

Table 4 / *Tabelul 4*

Repetition / *Repetiția*	B_i **[cm]**	B_m **[cm]**
1	23.4 / *23,4*	23.18 / *23,18*
2	23.6 / *23,6*	
3	22.7 / *22,7*	
4	22.8 / *22,8*	
5	23.4 / *23,4*	

In figure 6 is graphically represented the energy indices variation determined for three speed stages of the tractor unit.

În figura 6 este reprezentat grafic variația indicilor energetici determinați pentru trei trepte de viteză ale tractorului din agregat.

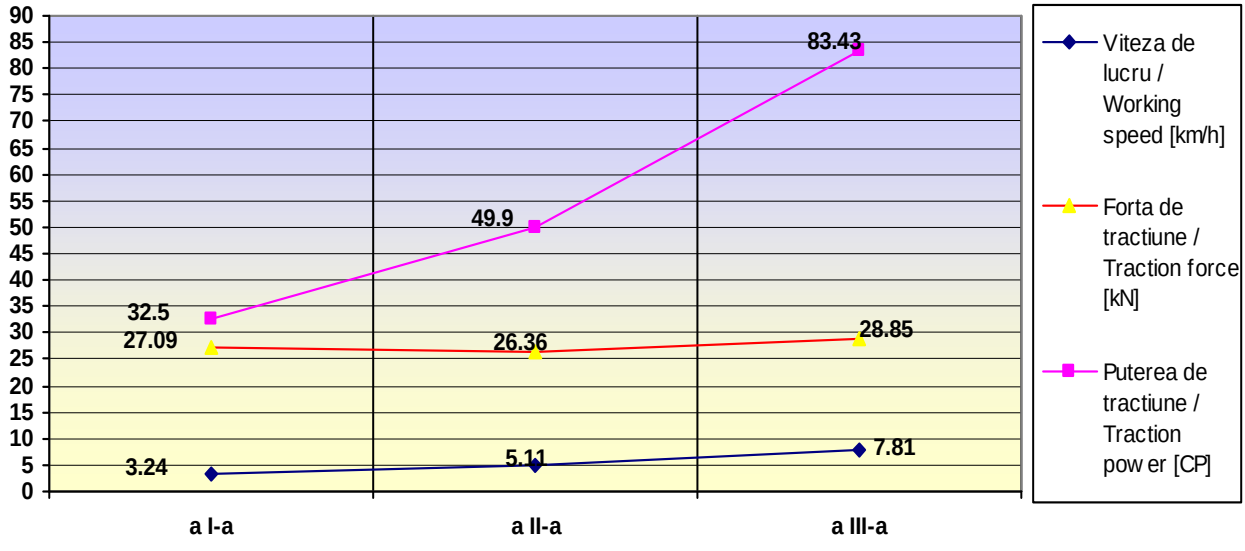


Fig. 6 - Graphical representation of variation determined indices for the three-speed stages/
Reprezentarea grafică a variației indicilor determinați pentru cele trei trepte de viteză

Experimental researches in operating conditions have been conducted on agricultural land Baloteşti ICDB, when sowing and fertilizing the corn crop on an area of 80 ha, in unploughed raw , by applying "no-tillage" and weed control by herbicides. To determine the indices of operation the technical equipment worked in aggregate with 150 HP

Cercetările experimentale în condiții de exploatare, s-au efectuat pe terenul agricol al ICDB Baloteşti, la însămânțat şi fertilizat porumb pentru siloz, pe o suprafață de 80 ha, în teren neprelucrat, prin aplicarea tehnologiei de lucru “no-tillage” şi controlul buruienilor prin erbicidare. Pentru determinarea indicilor de exploatare echipamentul tehnic a lucrat în

R1506 Lamborghini wheeled tractor.

Mean soil moisture at a depth of about 21 cm (depth located within the machine working depth range) was 20.6%.

Maximum average resistance to compaction, calculated taking into account the average distribution was 1434 kPa which is about 50% out of the value at which a soil is considered to be compacted and which requires decompaction works.. Therefore, this soil does not present the compacting phenomenon at depths between 0 and 45 cm.

The maximum value found over all tests performed, for resistance to penetration was 2351 kPa and this value surpassing 600 kPa below the value at which the soil would be considered compacted.

The arithmetic mean of the resistance voltage range 0÷45 cm was 1077 kPa, and mean voltage distribution over the same period was 1090 kPa.

Results obtained when testing the technical equipment, which worked in aggregate with R1506 Lamborghini tractor on agricultural land of the ICDB Baloteşti, for sowing and fertilizinged corn crop on an area of 80 ha, in unploughed field, by applying innovative working technology and setting cultures by a single pass and weed control by herbicides are presented in Table 5.

agregat cu tractorul Lamborghini R1506 de 150 CP pe roți.

Valoarea medie a umidității solului la adâncimea de lucru de aproximativ 21 cm (adâncime situată în intervalul de adâncime de lucru al utilajului) a fost de 20,6 %.

Valoarea maximă a rezistenței medii la compactare, calculată pe distribuția medie, a fost de 1434 kPa care reprezintă aproximativ 50 % din valoarea la care se consideră un sol ca fiind compactat şi care necesită lucrări de decompactare. Prin urmare acest sol nu prezintă fenomenul de compactare la adâncimi cuprinse între 0 şi 45 cm.

Valoarea maximă găsită peste toate probele efectuate, pentru tensiunea de rezistență la penetrare, a fost de 2351 kPa şi această valoare cu peste 600 kPa sub valoarea la care solul s-ar considera compactat.

Media aritmetică a tensiunii de rezistență pe intervalul 0÷45 cm a fost de 1077 kPa, iar valoarea medie a distribuției tensiunii în lungul aceluiaşi interval a fost de 1090 kPa.

Rezultatele obținute la încercările în condiții de exploatare ale echipamentului tehnic**,** care a lucrat în agregat cu tractorul Lamborghini R1506 pe terenul agricol al ICDB Baloteşti, la însămânțat şi fertilizat porumb pentru siloz, pe o suprafață de 80 ha, în teren neprelucrat, prin aplicarea tehnologiei inovative de lucru de lucrat solul şi înființat culturi printr-o singură trecere şi controlul buruienilor prin erbicidare, sunt prezentate în tabelul 5.

Table 5 / *Tabelul 5*

Specification / *Specificația*	**MU / *UM***	**The date on which timing was made / *Data la care s-a efectuat cronometrarea***				
		Day 1 / *Ziua 1*	**Day 2 / *Ziua 2***	**Day 3 / *Ziua 3***	**Day 4 / *Ziua 4***	**Day 5 / *Ziua 5***
Crops sown / *Cultura semănată*	-	corn / *porumb*	corn / *porumb*	corn / *porumb*	corn / *porumb*	corn / *porumb*
Average speed of travel / *Viteza medie de deplasare*	km/h	5.52 / *5,52*	5.48 / *5,48*	5.56 / *5,56*	5.58 / *5,58*	5.46 / *5,46*
Sown area / *Suprafața semănată*	ha	10.2 / *10,2*	9.8 / *9,8*	10.4 / *10,4*	10.6 / *10,6*	9.6 / *9,6*
Actual work time / *Timpul efectiv de lucru,* T_1	min	342	331	344	348	326
Time to return to the ends of the plot / *Timpul pentru întoarceri la capetele parcelei,* T_{21}	min	16	17	15	18	19
Time to supply seeds and fertilizers / *Timpul pentru alimentare cu semințe şi îngrăşăminte,* T_{23}	min	12	14	11	10	12
Equipment maintenance time / *Timpul pentru întreținere tehnică echipament,* T_{31}	min	6	8	4	7	8
Time for remedying technology troubleshooting / *Timpul pentru remedierea defecțiunilor tehnologice,* T_{41}	min	-	4	3	-	5
Time for technical troubleshooting remedying / *Timpul pentru remedierea defecțiunilor tehnice,* T_{42}	min	10	6	-	12	-
The shift time / *Timpul schimbului,* T_{07}	min	420	411	417	431	409
Ability to work effectively per hour / *Capacitatea de lucru orară la timpul efectiv,* W_{ef}	ha/h	1.78 / *1,78*	1.77 / *1,77*	1.81 / *1,81*	1.82 / *1,82*	1.76 / *1,76*
Hourly working capacity at the time of shift / *Capacitatea de lucru orară la timpul schimbului,* W_{07}	ha/h	1.46 / *1,46*	1.43 / *1,43*	1.49 / *1,49*	1.48 / *1,48*	1.4 / *1,40*
Technological safety coefficient / *Coeficientul siguranței tehnologice,* K_{41}	-	0.98 / *0,98*	0.97 / *0,97*	0.97 / *0,97*	0.98 / *0,98*	0.99 / *0,99*
Technical safety coefficient / *Coeficientul siguranței tehnice,* K_{42}	-	0.92 / *0,92*	0.90 / *0,90*	0.91 / *0,91*	0.95 / *0,95*	0.90 / *0,90*
Coefficient of safety in operation / *Coeficientul siguranței în exploatare,* K_4	-	0.90 / *0,90*	0.87 / *0,87*	0.89 / *0,89*	0.93 / *0,93*	0.88 / *0,88*
Coefficient of sharing the shift time / *Coeficientul de folosire a timpului schimbului,* K_{07}	-	0.75 / *0,75*	0.74 / *0,74*	0.76 / *0,76*	0.76 / *0,76*	0.79 / *0,79*
Fuel consumption per hectare / *Consumul de combustibil la ha*	l/ha	8.9 / *8,9*	9	8.8 / 8,8	8.9 / *8,9*	9.2 / *9,2*

CONCLUSIONS

Following the experimental investigations carried out with technical equipment, the establishment of culture of corn, resulted as follows:

- The achievement of technical equipment were used innovative features that have been applied for the patent;
- Construction and cinematic technical equipment is made in good correlation with the energy source, providing a good working stability and transport (pressing on the front axle of the tractor is 25.91%);

CONCLUZII

În urma investigărilor experimentale efectuate cu echipamentul tehnic, la înființarea culturii de porumb, a rezultat următoarele:

- La realizarea echipamentului tehnic au fost folosite elemente de noutate care au făcut obiectul unei cereri de brevet de invenție;
- Construcția şi cinematica echipamentului tehnic este realizată în bună corelare cu sursa de energie, asigurând o bună stabilitate în lucru şi transport (apăsarea pe puntea față a tractorului este de 25,91%);

- Working quality indices values were calculated in compliance with data processing theoretical and experimental algorithms in their work process;
- In terms of operation, the technical equipment achieved qualitative indices which satisfy the requirements imposed by sowing hoeing plants imposed by relevant standards.
- Throughout the conduct of experiments under conditions of operation performed on an area of 80 ha, technical equipment in aggregate with Lamborghini tractor R1506 had a good behavior, has made an average working output per hour at actual work time of 1 78.8 ha / h corresponding to average working speed of 5.52 km/h and average fuel consumption per hectare of 8.96 l/ha;
- By performing experimental research was allowed validation of technical and technological solutions addressed in designing constructive working bodies of technical equipment.

REFERENCES

[1]. Arshad M. A. (1999) - *Processing and soil quality: soil processing methods for sustainable agriculture and environmental quality in different agroecosistems*, Vol 53, Issue 1, Journal: Research on soil and its processing, ISSN: 0167-1987, pg. 1-2, Printed: Elsevier, in November;
[2]. Constantinescu I. (1989) - *Measurement of mechanical quantities with tensometry,* Technical Publishing House, Bucharest;
[3]. Popescu S., Năstăsoiu S., Tane N. (1988) - *Considerations on power consumption of agricultural machinery driven by tractor PTO*, Vol I, CIT Bulletin, pg. 221-226, Brasov;
[4]. Tecuşan N., Ionescu E. (1982) - *Tractors and cars,* Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest;
[5]. http://agriculture.newholland.com/uk/en/Products/Tractors, 2011;
[6] http://pub.osim.ro/publication-server/pdf-document?PN=RO126262%20RO%20126262& iDocId=996&iepatch=.pdf, 2011;
[7] http://soco.jrc.ec.europa.eu, 2009
[8]. ***ISO 730:2009 - *Agricultural wheeled tractors - Rear-mounted three-point linkage - Categories 1N, 1, 2N, 2, 3N, 3, 4N and 4*, International Organization for Standardization;
[9]. ***SR 13238-1:1994 - *Agricultural machinery. Grain by grain sowing machines. (Precision drills). Technical conditions of quality*, Classification index D 53, ASRO;
[10]. ***STAS ISO 7256/1-92 - *Sowing equipment. Test methods. Part 1: Grain bygrain sowing machines. (Precision drills),* Classification index D 53, ASRO.

- Valorile indicilor calitativi de lucru au fost calculate respectând algoritmii de prelucrare a datelor teoretice şi experimentale din procesul de lucru al acestora;
- Sub aspect funcțional, echipamentul tehnic a realizat indici calitativi de lucru care satisfac cerințele agrotehnice impuse la semănatul plantelor prăşitoare precizate în standardele în vigoare.
- Pe toată perioada desfăşurării experimentărilor în condiții de exploatare, efectuate pe o suprafață de 80 ha, echipamentul tehnic în agregat cu tractorul Lamborghini R1506 a avut o comportare bună, în aceste condiții a realizat o capacitate medie de lucru orară la timpul efectiv de 1,78,8 ha/h corespunzătoare vitezei medie de lucru de 5,52 km/h şi un consum mediu de combustibil la ha de 8,96 l/ha;
- Prin efectuarea cercetărilor experimentale a fost permisă validarea soluțiilor tehnice şi tehnologice abordate la proiectarea constructivă a organelor de lucru ale echipamentului tehnic.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Arshad M. A. (1999) - *Prelucrarea şi calitatea solului: Metode de prelucrarea solului pentru o agricultură durabilă şi calitate a mediului în diferite agroecosistme,* Vol. 53, Ediția 1, Jurnalul: Cercetări privind solul şi prelucrarea lui, ISSN: 0167-1987, pag. 1-2, Imprimat: ELSEVIER, Noiembrie;
[2]. Constantinescu I. (1989) - *Măsurarea mărimilor mecanice cu ajutorul tensometriei*, Editura Tehnică Bucureşti;
[3]. Popescu S., Năstăsoiu S., Tane N. (1988) - *Considerații privind consumul de putere al maşinilor agricole acționate prin priza de putere a tractorului,* Vol. I, Buletinul CIT, pag. 221-226, Braşov;
[4]. Tecuşan N., Ionescu E. (1982) - *Tractoare şi automobile*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;
[5]. http://agriculture.newholland.com/uk/en/Products/Tractors, 2011;
[6] http://pub.osim.ro/publication-server/pdf-document?PN=RO126262%20RO%20126262& iDocId=996&iepatch=.pdf, 2011;
[7] http://soco.jrc.ec.europa.eu, 2009
[8]. ***ISO 730:2009 – *Tractoare agricole pe roți – Sistem de prindere în 3 puncte montat în spate – Categoriil 1N, 1, 2N, 2, 3N, 3, 4N and 4*, Organizația Internațională pentru Standardizare;
[9]. ***SR 13238-1:1994 - *Maşini agricole. Semănători bob cu bob. (Semănători de precizie). Condiții tehnice de calitate*, Indice de clasificare D 53, ASRO;
[10]. ***STAS ISO 7256/1-92 - *Utilaje de semănat. Metode de încercare. Partea 1: Semănători bob cu bob (Semănători de precizie),* Indice de clasificare D 53, ASRO.

KINEMATICS OF ROTATING EQUIPMENT WITH ARMS FOR PLANTING FORESTRY SEEDLINGS
/
CINEMATICA APARATULUI ROTATIV CU BRAȚE PENTRU PLANTAT PUIEȚI FORESTIERI

Drd. ing. Drăghia D.[1)], Prof. dr. ing. Bădescu M.[2)], Ing. Mircea R.[3)], Dr.ing. Ciupercă R.[3)]
[1)] Territorial Inspectorate of Forestry Regime and Hunting – Râmnicu Vâlcea; [2)] University from Craiova;
[3)]INMA Bucharest / Romania
draghia.petrisor@ yahoo.com

Abstract: *The paper presents a rotating device with arms mounted on a machine for planting seedlings, in order to increase the mechanization afforestation works aiming at reduction of labor force necessary, of expenditure per unit of product produced and the development of work quality indices. The paper presents the kinematics of planting device and its parameters so as to enable the fulfillment of an essential requirement, namely that the planted material be positioned in a vertical position in the ground. At mechanized planting, this basic requirement is satisfied when the absolute speed, of the material* V_a *at the time of planting, is approximately zero, respectively the peripheral speed of the planting arm at the time of planting is equal to the speed of the tractor-planter aggregate. The device was mounted on a machine for planting seedlings and experimented in working conditions.*

Key words*: efficiency, forestry seedlings, planting*

INTRODUCTION

Kinematics of a a rotating type planting device as is the case of the planting device of the MPF1 machine, regardless of elements type of plants fastening must be made to enable the fulfillment of an essential requirement namely that the planted material to be positioned in a vertical position in ground. At mechanized planting, this basic requirement is satisfied when the absolute speed of the material $\mathbf{V_a}$ at the time of planting is approximately equal to zero ($\mathbf{V_a=0}$) (fig.1). This becomes possible when the ratio λ according to relation (1) is:

$$\lambda = \frac{V_p}{V_l} = 1 \qquad (1)$$

where: $\mathbf{V_P}$ is the peripheral speed of the planting arm in m/s; $\mathbf{V_I}$ – the working speed of the machine, in m / s.

Another problem that must be taken into account in the working process of rotating equipments with arms is the one on the length with which the plant must be fixed in catcher, so that at the release in ditch, this will be in vertical position, respectively it requires that in the moment of planting to be fulfilled the condition given by the relation (1). This condition is difficult to achieve because some points on the length of seedlings register different peripheral speeds V_p in the moment of planting, the maximum peripheral speed registering at the root tip of seedling. In other words, in the moment of planting, different points planting material describe different trajectories according to (Fig. 1).

Thus, if one considers that the point of attachment A describes a normal cycloid according to formula (1), the root (point 1) will move after an elongated cycloid, and the top (point 2) after a trajectory in the form of a short cycloid. Consequently the condition imposed by equation (1) can be fulfilled only for the point A ($\mathbf{V_{pA} = 0}$). In points 1 and respectively 2, the absolute speeds are: $\mathbf{V_{a1}>0}$ and $\mathbf{V_{a2}<0}$), respectively $\mathbf{\lambda_1>1}$ and $\mathbf{\lambda_2<1}$.

Rezumat: *În lucrare se prezintă un aparat rotativ cu brațe montat pe o maşină de plantat puieți forestieri, în vederea creşterii gradului de mecanizare a lucrărilor de împăduriri cu scopul reducerii necesarului de forță de muncă, a cheltuielilor pe unitatea de produs realizat şi realizarea unor indici de lucru de calitate. În lucrare se prezintă cinematica aparatului de plantat şi parametrii acestuia astfel încât să permită îndeplinirea unei cerințe esențiale şi anume aceea ca materialul plantat să fie aşezat în poziție verticală în sol. La plantarea mecanizată, acestă cerință de bază este satisfăcută, atunci când viteza absolută,* V_a *a materialului, în momentul plantării, este aproximativ zero, respectiv viteza periferică a brațului de plantat în momentul plantării să fie egală cu viteza de deplasare a agregatului tractor-maşină de plantat. Aparatul a fost montat pe o maşină de plantat puieți şi experimentat în condiții de lucru.*

Cuvinte cheie: *eficiență, plantare, puieți forestieri*

INTRODUCERE

Cinematica unui aparat de plantat de tip rotativ cum este cazul şi la aparatul de plantat al maşinii MPF1, indiferent de tipul elementelor de prindere a plantelor trebuie astfel realizată încât să permită îndeplinirea unei cerințe esențiale şi anume aceea ca materialul plantat să fie aşezat în poziție verticală în sol. La plantarea mecanizată, acestă cerință de bază este satisfăcută atunci când viteza absolută $\mathbf{V_a}$ a materialului în momentul plantării este aproximativ egală cu zero ($\mathbf{V_a=0}$) (fig.1). Acest lucru devine posibil când raportul **λ** conform relației (1) este:

în care: $\mathbf{V_P}$ este viteza periferică a brațului de plantat, în m/s; $\mathbf{V_I}$ –viteza de lucru a maşinii, în m/s.

O altă problemă de care trebuie să se țină seama, in procesul de lucru al aparatelor rotative cu brațe este aceea privind lungimea cu care planta trebuie fixată in prinzător, astfel încat la eliberarea in rigolă, aceasta sa fie în poziție verticală, respectiv se impune ca in momentul plantării să fie respectată condiția dată de relatia (1). Aceasta conditie este greu de realizat, deoarece anumite puncte de pe lungimea puietului inregistrează viteze periferice V_p diferite, in momentul plantării, viteza periferică maximă înregistrându-se la vârful rădăcinii puietului. Cu alte cuvinte, in momentul plantării, diferite puncte ale materialului de plantat descriu traiectorii diferite, conform (fig. 1).

Astfel, dacă se consideră ca punctul de prindere A descrie o cicloidă normală conform formulei (1), rădăcina (punctul 1) se va deplasa după o cicloidă alungită, iar varful (punctul 2) după o traiectorie sub forma de cicloidă scurtă. Prin urmare condiția impusă de relația (1) poate fi îndeplinită numai pentru punctul A ($\mathbf{V_{pA} = 0}$). În punctele 1 si respectiv 2, vitezele absolute sunt $\mathbf{V_{a1}>0}$ şi $\mathbf{V_{a2}<0}$), respectiv $\mathbf{\lambda_1>1}$ şi $\mathbf{\lambda_2<1}$.

The purpose and objectives of the paper consists in the presentation of a seedlings planter of Romanian conception equipped with rotary device with arms for planting, its construction, operating mode and the results of the experiments.

MATERIALS AND METHOD

The maximum peripheral speed of the rotating planting equipments is limited by the working capacity of the operators respectively by the possible frequency to introduce the material in catchers.

Based on observations it was established that the number of plants z_p that can be introduced in the device within one minute is z_p**=30-50** in the case of experienced workers and z_p**=25-35** in the case of less experienced workers [2], and the time **t** to introduce the planting material into the planting device complies with the relation (2).

Scopul şi obiectivele lucrării constau în prezentarea unei maşini de plantat puieți de concepție românească echipată cu aparat rotativ cu brațe pentru plantare construcția acesteia, modul de lucru şi rezultatele experimentărilor.

MATERIALE ŞI METODĂ

Viteza periferică maximă a aparatelor rotative de plantat este limitată de capacitatea de lucru a operatorilor, respectiv de frecvența posibilă de introducere a materialului în prinzătoare.

Pe bază de observații s-a stabilit că numărul de plante z_p ce pot fi introduse în aparat în decurs de un minut este z_p**=30-50** în cazul muncitorilor experimentați şi z_p**=25-35** în cazul muncitorilor mai puțin experimentați [ ], iar timpul **t** de introducere a materialului de plantat în aparatul de plantat este conform relației (2).

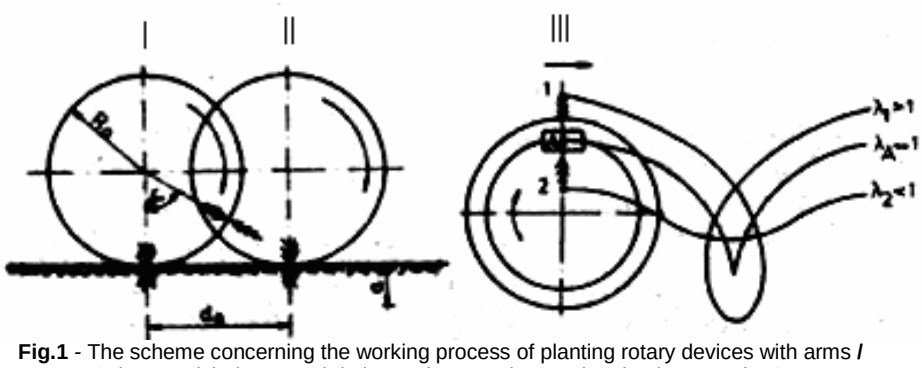


Fig.1 - The scheme concerning the working process of planting rotary devices with arms **/**
Schema privind procesul de lucru al aparatelor rotative de plantat cu brațe

$$t = \frac{60}{z_p}(s) \tag{2}$$

Generally, at transplanters and cutting propagation machines can be appreciatee that the time for the introduction of the material into a catcher is **t=1,3-1,5** s. To seedlings planters in forest installation works, the value of this time increases for 5-8 times, depending on distances between seedlings on row and respectively by the number of catchers from the planting machine equipment. The maximum peripheral speed is determined with the equation (3).

În general, la maşinile de repicat şi butăşit se poate aprecia că timpul de introducere a materialului într-un prinzător este **t=1,3-1,5** s. La maşinile de plantat puieți în lucrările de instalare a pădurii, valoarea acestui timp creşte de 5-8 ori, în funcție de distanțele dintre puieți pe rând şi respectiv, numărul prinzătoarele din echipamentul aparatului de plantat. Viteza periferică maximă se determină cu relația (3).

$$V_p = \frac{d_p}{t}(m/s) \tag{3}$$

where: d_p is the distance between two adjacent catchers in m; **t** is the time needed to introduce of a plant in seconds.

Introducing equation (2) in (3)is obtained the relation (4).

în care: d_p este distanța dintre două prinzătoare alăturate în m; **t** este timpul necesar pentru introducerea unei plante, în secunde.

Introducând relația (2) în (3), se obține relația (4).

$$V_p = \frac{d_p \cdot z_p}{60}(m/s) \tag{4}$$

At the planting devices with rotating disc**,** d_p represents the length of a circle arc with radius R_c or $D_o/2$ between two adjacent catchers.

The number of catchers z_o at planter devices with disc will be according to relation (5).

La aparatele de plantat cu disc rotativ**,** d_p reprezintă lungimea arcului de cerc, de rază R_c sau $D_o/2$, între două prinzătoare alăturate.

Numărul de prinzătoare z_o la aparatele de plantat cu disc va fi conform relației (5).

$$z_0 = \frac{\pi D_0}{d_p} \tag{5}$$

The distance between plants in the row is calculated by the relation (6)

Distanța dintre plante pe rând se calculează cu relația (6)

$$d_e = \frac{\pi \cdot D_r}{z_0 \cdot i}(1+\delta) \text{ (cm)} \tag{6}$$

where :
D_r - is the driving wheel diameter of the planter device, in cm;
i - transmission ratio between the driving wheel and the rotating planting device;
δ - skidding coefficient of the driving wheel (< 0,2)
From the relation (6) is observed that the change of the distance between plants in the row at a null δ can be done either by changing the number of planting arms either of transmission ratio. The machines constructed today are almost currently provided with both possibilities.

The ransmission ratio value can be deducted with the relation (7).

in care :
D_r - este diametrul rotii de antrenare a aparatului de plantat, in cm;
i - raportul de transmitere intre roata de antrenare si aparatul rotativ de plantat;
δ -coeficientul de patinare a roții de antrenare (< 0,2)
Din relația (6) se observă că modificarea distanței dintre plante pe rând la un δ nul se poate face fie prin schimbarea numarului de brațe de plantare fie a raportului de transmitere. Masinile construite in prezent sunt prevazute aproape in mod curent cu ambele posibilități.

Valoarea raportului de transmitere se poate, deduce cu relația (7).

$$i = \frac{n_0}{n_r} \cdot i_T \qquad (7)$$

where: n_0 - is the rotation speed of the rotating planting device, in rot/min, n_r - the rotation speed of the driving wheel, in rot/min and i_T is the transmission ratio.

The maximum revolution that can be given to the planting device is:

in care: n_0 - este turatia aparatului de plantat rotativ, in rot/min, n_r -turatia rotii de actionare, in rot/min iar i_T raportul transmisiei.

Turatia maxima ce poate fi imprimata aparatului de plantat, este:

$$n_0 = \frac{60 \cdot V_p}{\pi \cdot D_0} (rot / \min) \qquad (8)$$

Respectively the rotation speed of the driving wheel can be written:

Respectiv turatia rotii de actionare se poate scrie:

$$n_r = \frac{60 \cdot V_l}{\pi \cdot D_r} (rot / \min) \qquad (9)$$

where: V_l is the speed of the machine during the work, in m / s.

Replacing the expressions found for the two speeds in (7) is obtained:

în care: V_l este viteza de deplasare a maşinii in timpul lucrului, în m/s.

Inlocuind expresiile gasite pentru cele doua turatii în relația (7), se obtine:

$$i = \frac{V_p \cdot D_r}{V_l \cdot D_0} \cdot i_T \qquad (10)$$

Based on relation (10) can be deduced the expression of working speed of the machine in aggregate.

În baza relației (10) se poate deduce expresia vitezei de lucru a masinii in agregat.

$$V_l = \frac{D_r \cdot V_p}{D_0 \cdot i} \cdot i_T (m / s) \qquad (11)$$

From the relation (11) it is found that the working speed of the machine is limited by the peripheral speed of planting device, which in its turn is limited by the frequency **f=1/t** of the introduction of the plants in the catching devices, respectively:

Din relația (11) se constată că viteza de lucru a maşinii este limitata de viteza periferică a aparatului de plantat, care la rândul său este limitată de frecventa **f=1/t** a introducerii plantelor in dispozitivele de prindere, respectiv :

$$V_l = f \cdot d_e = \frac{z_p}{60} \cdot d_e (m / s) \qquad (12)$$

where: $\mathbf{z_p}$ is the number of plants that can be introduced into the device in one minute; $\mathbf{d_e}$ - the distance between plants in row in m.

The theoretical considerations exposed were verified on a rotating device for planting seedlings with arms mounted on a machine for planting forestry seedlings.

în care: $\mathbf{z_p}$ este numarul de plante ce pot fi introduse in aparat in timp de un minut; $\mathbf{d_e}$ - distanta dintre plante pe rând în m.

Considerentele teoretice expuse au fost verificate pe un aparat rotativ de plantat puieți cu brațe montat pe o maşină de plantat puieți forestieri.

Machine description

The forestry seedlings Planter, symbolized MPF1 (Fig. 2), realised as a compact form, is of carried type, designed for fixing on three-point hydraulic linkage.

It consists of: framework 1; running axle (2); coulter (3); rotary device for planting with arms (4); compaction wheels (5); hydraulic installation (6); boxes for seedlings (7); triangle for coupling to the tractor (8).

The rotary device for planting with arms (Fig.3a,b) - is

Descrierea maşinii

Maşina de plantat puieți forestieri, simbolizată MPF1 (fig. 2), realizată într-o formă compactă, este de tip purtată, concepută pentru fixarea pe ridicătorul hidraulic în trei puncte.

Se compune din: cadru 1; tren de transport (2); brăzdar (3); aparat rotativ cu brațe pentru plantare (4);roți de tasare (5); instalația hidraulică (6); lădițe puieți (7); triunghi de cuplare la tractor(8).

Aparatul rotativ cu brațe pentru plantare (fig.3a,b) -

the basic subassembly of the equipment. It consists of a deformable parallelogram (1) where is located the transmission (2), the seedlings settlement device (3), catching arm (4), cam (5), compaction wheels 6 in number of two, in welded construction and are designed to settle the soil around the planted seedling. The left wheel is designed to transmit rotation movement to the planting device with arms.

Constructive and functional parameters

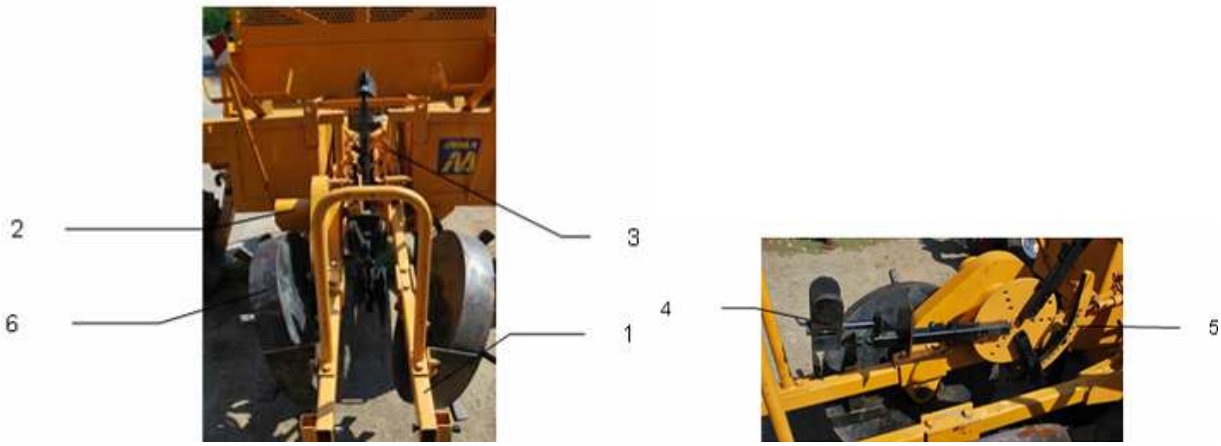
Constructive and functional parameters of the machine MPF1 are summarized in the Table 1.

este subansamblul de bază al echipamentului. Se compune în principal dintr-un paralelogram deformabil (1) pe care se găseşte transmisia (2), dispozitivul de aşezare puieți (3), braț de prindere (4), camă (5), roțile de tasare 6 în număr de două, în construcție sudată şi au rolul de a tasa solul în jurul puietului plantat. Roata din stânga are şi rolul de a transmite mişcarea de rotație la aparatul de plantare cu brațe.

Parametrii constructivi şi funcționali

Parametrii constructivi şi funcționali ai maşinii MPF1 sunt prezentați sintetic în tabelul 1.

Fig. 2- Forestry seedlings planter– MPF1 / *Maşina de plantat puieți forestieri – MPF1*



a) b)

Fig.3 a,b- Rotary arm device for planting / *Aparatul rotativ cu brațe pentru plantare*

Table 1 / *Tabelul 1*

Constructive and functional parameters of the MPF1 machine /
Parametrii constructivi şi funcționali ai maşinii MPF1

Den.No. / *Crt nr.*	Parameter/ *Parametru*	U.M.	Value / *Valoarea*
1	Machine type / *Tipul maşinii*	-	carried /purtată
2	Planting sections number / *Număr de secții de plantare*	pcs/*buc*	1
3	Working depth /*Adâncimea de lucru*	cm	30
4	Working speed / Viteza de lucru	km/h	0.5-3/*0,5-3*
5	Theoretical planting distance between seedlings on row for 1, 2, 3, 4, 6 planting arms / *Distanțe teoretice de plantare între puieți pe rând, pentru 1, 2, 3, 4, 6 brațe de plantare*	mm	500, 750, 1000, 1500, 3000

Functional description

The aggregate tractor-machine MPF1 for planting of seedlings enters the field where the planting work should be done, the machine is getting down on the ground, in its movement performing the furrow in which will be placed the seedlings. The left compaction wheel transmits the movement to the planting rotary device through a toothed wheel gear.

In rotation movement, the planting device arms meet one seedling from the seating device which is caught by the arms blades directing it with the root down.

When the seedling reaches the vertical position to the bottom of furrow, the soil dislodged by the coulter is prepared by the compaction wheels covering the seedling root. Further the seedling is released from the arm planting clamps and the compaction wheels press the soil mass around the planted seedling so fixing it in the soil. As the aggregate displaces the described operations are carried out also with the other planting arms. Depending on the number of arms from the rotary device, results the planting distance between seedlings on rows, according to Table 1, line 5.

RESULTS

Experiments with MPF forestry seedling planter in aggregate with a 80 HP tractor, were carried out on the INMA Bucharest experimental field and in Daneți commune, Dolj county.

The equipment used to perform registrations comprises:

- Amplification and data acquisition system MGCplus type - HBM (Hottinger Baldwin Messtechnik with the following technical characteristics;
- Power supply 220 VAC;
- Possibility of measuring bridges, half bridges, and quarter inductive bridges or formed of strain gauge marks, active and passive piezo-resistive sensors, current and voltage, thermocouples, resistors etc.
- Possibility of connecting up to 16 amplification modules;
- Output - 1 ... 10 VDC;
- The maximum sampling frequency of 19.2 kHz;
- Interfaces: analog; IEEE 488, RS-485, RS-232, Ethernet, hard disk, CAN bus;
- Saving data on the laptop;
- Soft parameterization MGCplus Assistant;
- CatmanEasy data acquisition and processing soft.

Aspects from the time of the experiments are shown in (Fig. 4)

Descrierea funcțională

Agregatul tractor-maşina de plantat puieți forestieri MPF1 intră pe terenul unde trebuie făcută lucrarea de plantare, se coboară maşina pe sol care în deplasare realizează brazda în care vor fi aşezați puieții. Roata de tasare din stânga transmite mişcarea la aparatul rotativde plantare, prin intermediul unui angrenaj de roți dințate.

În mişcarea de rotație, brațele aparatului de plantare întâlnesc câte un puiet de pe dispozitivul de aşezare care este prins de lamelele brațelor orientându-l cu rădăcina în jos.

Când puietul ajunge in poziție verticală pe fundul brazdei, pământul dislocat de brăzdar este mobilizat de roțile de tasare acoperind rădăcina puietului. În continuare puietul este eliberat de clemele brațului de plantare iar roțile de tasare presează masa de pământ în jurul puietului plantat fixându-l astfel în sol. Pe măsură ce agregatul înaintează operațiile descrise sunt realizate şi cu celelalte brațe de plantare. În funcție de numărul de brațe de pe aparatul rotativ, rezultă distanța de plantare dintre puieți pe rând, conform tabelului 1, rândul 5.

REZULTATE

Experimentările cu masina de plantat puieți forestieri MPF în agregat cu un tractor de 80 CP**,** s-au desfăşurat poligonul experimental al INMA Bucureşti şi Comuna Daneți, județul Dolj.

Aparatura utilizată pentru efectuarea înregistrărilor cuprinde:

- Sistem de amplificare si achizitie date tip MGCplus – HBM (Hottinger-Baldwin-Messtechnik, cu următoarele caracteristici tehnice;
- Tensiune alimentare 220 Vca;
- Posibilitate de măsurare punți, semipunți si sferturi de punți inductive sau formate din mărci tensometrice, senzori piezoresistivi activi si pasivi, curent si tensiune, termocupluri, rezistori etc;
- Posibilitate de conectare a până la 16 module de amplificare;
- Ieşire -1...10 Vcc;
- Frecvența de eşantionare maximă 19,.2 kHz;
- Interfețe: analogică; IEEE488; RS-485; RS-232; Ethernet; hard-disk; CAN bus;
- Salvare date pe laptop;
- Soft parametrizare MGCplus Assistant;
- Soft achizitie si prelucrare date CatmanEasy.

Aspecte din timpul experimentărilor sunt prezentate în (fig. 4)

Fig. 4 - MPF forestry seedlings planter -in work / *Masina de plantat puieti forestieri MPF- în lucru*

Customizing for the planting device of rotative type with arms of the machine MPF1, for the situation when the operator can place in the planting device a maximum number of seedlings of about zp = 40 seedlings / min., which means a time of t = 1.5 s / seedling, the theoretical planting distance between seedlings in row proposed to be achieved $d_e(l)$= cca.100 cm, with the constructive parameters: diameter D0= 1.1 m, Dr = 0.59 m, dp = 0.95 m, theoretical work speed proposed Vl = 0.65 m / s i = 0.53, iT = 0.71, were

Particularizând pentru aparatul de plantare de tip rotativ cu brațe al maşinii MPF1, pentru situația în care operatorul poate plasa în aparatul de plantat un număr maxim de puieți de cca. z_p = 40 puieți/min., ceea ce înseamnă un timp de t=1,5 s/puiet, distanța de plantare teoretică între puieți pe rând propusă a se realiza $d_e(l)$= cca.100 cm, cu parametrii constructivi: diametrul D_0 = 1,1m; D_r =0,59m; d_p = 0,95m; viteza de lucru teoretică propusă V_l = 0,65m/s; i =0,53; i_T = 0,71, s-au determinat

determined planting distances between seedlings on row li, it was measured the actual speed of work and was calculated the index of variation of the distance between plants on the row V, using the known relations (13, 14, 15).
- The average distance between plants on row, *lm* with relation(13), where:
li - is the distance measured between plants on row;
n - number of measurements taken = 5.

The quadratic average deviation of the distance, σa with the relation (14) and the variation index of the distance between seedlings on row, V with the relation (15).

The experimentations were carried out on a field plowed in autumn and worked with disc harrow before planting.

The Measured and calculated values are shown in Table 2.

distanțele de plantare între puieți pe rând l_i, s-a măsurat viteza reală de lucruşi s-a calculat indicile de variație a distanței dintre plante pe rând V, utilizând relațiile cunoscute (13, 14, 15).
- Distanța medie Între plante pe rând, l_m cu relația (13), în care:
l_i –este distanta măsurată între plante pe rând;
n - numărul măsurătorilor efectuate =5.

Abaterea medie pătratică adistantei, σ_a cu relația (14) şi indicele de variație a distanței între puieți pe rând, V cu relația (15).

Experimentările s-au efectuat pe un teren arat toamna şi discuit înainte de plantare.

Valorile măsurate şi calculate sunt prezentate în tabelul 2.

$$l_m = \frac{\sum_{1}^{n} l_i}{n}, \text{ cm} \quad (13)$$

$$\sigma_a = \pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(l_i - l_m)^2}{n-1}}, \text{ cm} \quad (14)$$

$$V = \frac{\sigma_a}{l_m} \times 100, \% \quad (15)$$

Table 2 / *Tabel 2*

The average distance between seedlings / *Distanta medie intre puiet*

Den. No. / *Nr.crt*	l_i (cm)	l_m (cm)	V (%)	V_l (m/s)
1	112	105	4.466 / *4,466*	0.63 / 0,63
	100			
	110			
	103			
	100			
2	112	105	4.23 / *4,23*	0.645 / 0,645
	100			
	110			
	103			
	100			
3	105	103	3.46 / *3,46*	0.641 / 0,641
	102			
	108			
	100			
	100			

CONCLUSIONS

- the average distances between seedlings on row obtained - 105, 105, 103 cm, are very close to the required distance of 100 cm;
- the calculated variation index of the distance between seedlings on row is under 5% and is in acceptable limits by the planting seedlings technologies;
- the theory elaborated for rotating devices for planting forestry seedlings is confirmed with small deviations from it caused on one hand by the inevitable existence of the driving wheel skidding and by the operator errors made when he positioned seedling in the planting arm.

REFERENCES

[1]. Popescu I., Popescu S.C. (2000) - *Mechanization in forestry,* Transilvania University of Brasov Publishing House
[2] Mircea R. and other (2005) - *Research on promotion of innovative mechanizing techniques in afforestation technologies*, INMA-Bucharest , Financing Contract No 17 of 10.3.2005.

CONCLUZII

- distanțele medii între puieți pe rând realizate - 105; 105; 103 cm, sunt foarte apropiate de distanța impusă de 100 cm;
- indicele de variație a distanței între puieți pe rând calculat este sub 5 % şi se înscrie în limitele acceptate în tehnologiile de plantare a puieților forestieri;
- teoria elaborată pentru aparatele rotative de plantat puieți forestieri se confirmă cu mici abateri de la aceasta cauzate pe de o parte de existența inevitabilă a unei patinări a roții de antrenare şi de erorile operatorului făcute la poziționarea puietului în brațul de plantare, pe de altă parte.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Popescu I., Popescu S.C. (2000)- *Mecanizarea lucrărilor în silvicultură,* Editura Universității TRANSILVANIA Braşov
[2] Mircea R. şi alții (2005) - *Cercetări privind promovarea unor tehnici inovative de mecanizare în cadrul tehnologiilor de împăduriri*, INMA Bucureşti, Contr. de finanțare nr 17/03.10.2005.

THE EFFECT OF WATER FROM THE RIVER VETERNICA ON THE GERMINATION OF SOME VEGETABLE CROPS SEED
/
UTICAJ VODA REKE VETERNICE NA KLIJAVOST SEMENA NEKIH POVRTARSKIH KULTURA

Trajković R.[1)] , PhD, Anđelković S.[2)], MSc, Ivanović R.[3)], PhD, Andjelković B.[2)]
[1)]Faculty of Sciences, Kosovka Mitrovica, Serbia, [2)]Institute for forage crops, Kruševac, Serbia
[3)]Faculty of Sciences, Niš, Serbia
E-mail: snezana.andjelkovic@ikbks.com

Abstract: *The numerous scientific papers address the impact of pollutants on plants.*

This is yet another attempt to draw public attention to the quality of river Veternica water and its impact on agricultural production.

In this paper, the impact of water from river Veternica on seed germination of the two vegetable crops – tomato and capsicum examined.

The seed was watered with water sampled from five different profiles along the whole flow of Veternica in the two summer months (July and September). In this period, the water level of the river is the lowest and the concentration of pollutants is greatest.

It can be concluded that if the concentration of pollutants in water of river Veternica is higher, the germination of these vegetable crops is reduced. So, in the area of waste water discharges in Leskovac, the germination does not exceed 20%.

Keywords: *germination, pollution, river Veternica, toxic substan, vegetables*

Rezime: Brojni radovi tretiraju uticaj zagađujućih materija na biljke.

Ovo je još jedan pokušaj da se javnosti skrene pažnja na kvalitet vode reke Veternice i na njen uticaj na poljoprivrednu proizvodnju.

U radu je ispitivan uticaj vode reke Veternice na klijavost semena četiri povrtarske kulture – paradajza, paprike, šargarepe i krastavca.

Seme je zaliveno vodom uzorkovanom sa pet različitih profila duž celog toka Veternice u dva letnja meseca (juli, septembar) kada ona ima najmanje vode i kada su koncentracije zagađujućih supstanci najveće.

Došlo se do zaključka da što je koncentracija zagađujućih materija u vodi Veternice veća, klijavost ovih povrtarskih kultura se smanjuje, tako da je na mestu izlivanja otpadnih voda Leskovca, klijavost ne premašuje 20%.

Ključne reči*: klijavost, Veternica, povrće, toksične materije, zagađenje*

INTRODUCTION

Leskovac valley is the largest basin in the system in South Morava valley and one of the largest in Serbia.

Numerous streams, a favorable climate, suitable soil and the hard-working people have made agriculture dominant economic factor.

Leskovac valley is a major producer of grains, vegetables and fruit. In sowing structure, predominant are grain crops with about 70%, and vegetable crops are sown in about 16% of total sowing areas.

Irrigation systems are almost non-existing, and irrigation is mainly done in two ways - either from the underground streams of alluvial deposits or, worse, directly from rivers.

As all wastewater from Leskovac (industrial and sewer) end up in stream of Veternica, danger of this way of watering is apparent, and irrigation effects are weak.

Veternica river is, with the Southern Morava, the most important river of Leskovac valley. Its spring is on the southern edge of the valley on the northern slopes of the mountains Šiljegarnik (1107m) and Kukavica (1441 m).

In its upper flow, Veternica is a mountain river of clear and fast stream, but soon descends into the bottom of the Leskovac valley, changing traits, and near the inflow into Southern Morava it flows as a steady, lowland river.

Veternica has the most water is in early spring (March-10 m^3/s), and high flows are maintained until May. The

UVOD

Leskovačka kotlina je najveća kotlina u sistemu u južnomoravskih kotlina i jedna od najvećih u Srbiji.

Brojni vodotoci, povoljna klima, pogodan pedološki pokrivač i vredni ljudi, uslovili su da u ovom području poljoprivreda bude dominantna privredna grana.

Leskovačka kotlina je veliki proizvođač žitarica, povrća i voća. U setvenoj strukturi preovlađuju žita sa oko 70%, a povrtarskim kulturama seje se oko 16% ukupnih setvenih površina.

Sistemi za navodnjavanje gotovo da ne postoje, pa se zalivanje uglavnom uglavnom vrši na dva načina – ili iz podzemnih voda aluvijona ili, što je još gore, direktno iz vodotokova.

Kako sve otpadne vode Leskovca (industrijske i komunalne) završavaju u vodotok Veternice, očigledna je opasnost od ovakvog načina zalivanja, a efekti zalivanja su slabi.

Reka Veternica je, uz Južnu Moravu, najznačajniji vodotok Leskovačke kotline (Izvire na južnom obodu kotline, odnosno, severnim padinama planina Šiljegarnik (1107 m) i Kukavice (1441 m).

U gornjem toku je to planinska reka bistrih i brzih voda, ali ubrzo silazi u dno Leskovačke kotline, menja karakter i do ušća u Južnu Moravu teče kao mirna, ravničarska reka.

Veternica najviše vode ima u rano proleće (mart-10 m^3/s), a visoki proticaji se zadržavaju do maja meseca.

lowest flows are during the summer with a minimum in August (0.87 m^3/s).

Veternica is highly polluted river. It flows through numerous settlements, of which is the largest city of Leskovac [6]. All municipal and industrial wastewater from the city is released into Veternica.

Leskovac is a city with a population of 60.000 and is the industrial center of this part of the country.

It has developed textile, pharmaceutical, timber and food industries, and wastewater of the city significantly affect the water quality of this small river. In the water.

Veternica, downstream from Leskovac, at the time of this study, were identified higher concentrations of ammonia (9.77 mg dm-3) and fat and oil (0.9 mg dm^{-3}).

The reaction of water was about neutral value (pH 6.8) and biochemical oxygen consumption was 100 mgO_2dm^{-3}. Therefore, it is, downstream from Leskovac, constantly in III class, and during the summer, when flows are low it reaches IV class.

Leskovac valley is characterized by agricultural production, in particular, cereals and vegetables. Among agricultural crops dominate potato, capsicum, tomato, cucumber and others.

Due to very bad weather conditions during most of the growing season (high temperatures and low rainfall), for the successful cultivation of these crops irrigation of agricultural areas is required.

In the lower part of Veternica, irrigation is performed directly from river.

This method of irrigation, considering the water quality, is not only inefficient but also dangerous to the health of the population that consumes this food.

There are a number of literature data on the impact of toxic substances on the germination of seeds.

Toxic substances mainly reduce the percentage of seed germination and growth of plants [2], [3].

Increasing concentrations of toxic substances cause decrease in the percentage of germination and seedling height, while low concentrations stimulate the process of seed germination and the germination percentage increases [4].

The results of research conducted [5] showed that tomato and capsicum plants irrigated with water from the industrial zone of South Morava show decrease in root growth for about 50% compared to control.

The paper [1] states that the germination of seeds depended on the quality of water from different locations of the river Toplica.

MATERIAL AND METHODS

We investigate the effect of Veternica flow on seed germination of vegetable crops.

To achieve this goal, we used seeds of the following crops:

- Capsicum (*Capsicum annum* L.)
- Tomato (*Solanum tuberosum* L.)
- Carrot (*Daucus carota* L.)
- Cucumber (*Cucumis sativum* L.).

For seed treatment, water from Veternica taken on five profiles was used:

1. spring of the river
2. upstream of Leskovac
3. downstream from the spill of sewage and municipal wastewater
4. the fifth kilometer downstream from the city
5. at the inflow to the South Morava River.

Along with these, control treatments with distilled water

Najmanji proticaji su tokom leta sa minimumom u avgustu (0,87 m^3/s).

Veternica je veoma zagađena reka. Protiče kroz brojna naselja od kojih je najveće grad Leskovac. Sve komunalne i industrijske otpadne vode ovog grada slivaju se u Veternicu [6].

Leskovac je grad sa oko 60.000 stanovnika i industrijski je centar ovog dela naše zemlje.

Ima razvijenu tekstilnu, farmaceutsku, drvnu i prehrambenu industriju, pa otpadne vode ovog grada značajno utiču na kvalitet vode ove male reke.

U vodi Veternice neposredno nizvodno od Leskovca, u vreme ovog ogleda, identifikovana je povećana koncentracija amonijaka – 9,77mg dm^{-3} i masti i ulja - 0,9 mg dm^{-3}.

Reakcija vode je oko neutralne vrednosti (rN-6,8), a biohemijska potrošnja kiseonika 100 mgO_2 dm^{-3}. Zbog toga je ona, nizvodno od Leskovca, stalno u III klasi, a tokom leta, kada su proticaji mali i u IV klasi boniteta.

Leskovačka kotlina je prepoznatljiva po poljoprivrednoj proizvodnji, naročito, žita i povrća. Među poljoprivrednim kulturama dominiraju krompir, paprika, paradajz, krastavac i druge.

Zbog veoma nepovoljnih vremenskih prilika tokom većeg dela vegetacionog perioda (visoke temperature i malo padavina) za uspešno gajenje ovih kultura neophodno je navodnjavanje poljoprvrednih površina.

U donjem delu Veternice, navodnjavanje se obavlja direktno iz vodotoka.

Ovakav način navodnjavanja, s obzirom na kvalitet voda Veternice, ne samo da je neefikasan, već i je opasan po zdravlje stanovništva koje konzumira ovu hranu.

Postoji veliki broj literaturnih podataka o uticaju toksičnih materija na klijanje semena.

Toksične materije, uglavnom, smanjuju procenat klijavosti semena i rastenje biljaka [2], [3].

Povećanje koncentracije toksičnih materija izazivaju smanjenje procenta klijavosti, kao i visinu klijanaca, dok niske koncentracije deluju stimulativno na proces klijavosti semena, pa se procenat klijavosti povećava [4].

Rezultati istraživanja [5] pokazuju da biljke paradajza i paprike zalivane vodom iz iz industrijske zone Južne Morave izazivaju smanjenje rasta korena paradajza i paprike za oko 50%u odnosu na kontrolu).

U radu [1] se navodi da je klijanje semena paprike zavisilo od kvaliteta vode sa različitih lokacija reke Toplice.

MATERIJAL I METODE

Vršili smo ispitivanje uticaja rečnog toka reke Veternice na klijavost semena povrtarskih kultura.

Za postizanje ovog cilja koristili smo seme sledećih kultura:

- paprike (*Capsicum annum* L.)
- paradajza (*Solanum tuberosum* L.)
- šargarepe (*Daucus carota* L.)
- krastavca (*Cucumis sativum* L.)

Za tretiranje semena korišćena je voda reke Veternice uzeta na pet profila:

1. izvorište reke
2. uzvodno od Leskovca
3. nizvodno od izlivanja kanalizacije i komunalnih otpadnih voda
4. na petom kilometru nizvodno od grada
5. na ušću u Južnu Moravu

Uporedo sa probama postavljeni su kontrolni tretmani

were set.

Determination of the effects of efluent water was performed in laboratory conditions. Seed germination was monitored with a temperature of 18-20℃ (depending on the type of tested seed).

After 72 h of treatment, the sprouted seeds were counted and the percentage of seed germination compared to control calculated.

The experiment was repeated twice - in July and September when the water level Veternica was very low.

RESULTS

Obtained results from the study of the germination of seeds that were watered with Veternica water show clear differences in the percentage of seed germination, depending on place and time of water sampling and seed types (Figure 1 and 2).

Tomato

The highest seed germination percentage compared to the control was in the seeds that were watered with water sampled at the spring of river (test 1), indicating that the water at the Veternica spring is clean and that it has no pollution.

In the treatment with water sampled in July germination was 62.12% (table 1), and in September, 61.29%.

Seeds that were watered with water sampled at the entrance to the city (test 2) showed significantly lower germination: 37.87% in July and 38.7% in September.

This means that the Veternica at the entrance to the Leskovac is saturated with a variety of contaminants.

Seeds watered with water downstream from Leskovac had the lowest germination (test 3): Germination in July was 12.9% and 14.1% in September.

The greater inhibition of germination due to the presence of various mixtures of pollutants, originating from factories is noted.

Seeds watered with samples from the fifth kilometer downstream from the influx of efluent water (test 4) had a germination of 31.87% in July and 30.64% in September.

Due to sedimentation and autopurification, the amount of toxicants in water was reduced, which is reflected in a higher percentage of seed germination.

Downstream there was still more expressed autopurification process so that the percentage of seed germination in tomato increases.

In seed treated with water from inflow to the Southern Morava (test 5) germination was 36.38% in July, 41.93% in September.

Capsicum

Results of a study of germination of seeds showed a similar trend as in tomato. The highest percentage of germination of seeds was with water from Veternica spring - July, 70.96% and 66.1% in September.

A somewhat smaller percentage of germinated seeds was in treatment where irrigating water taken just before Veternica enters the city, the percentage of germination was 56.45% in July and in September, 52.54%.

Seed germination percentage in the treatment with water from the effluent leakage site, downstream from Leskovac, was 12.9% in July and 11.86% in September. In the following profile (five kilometers downstream from Leskovac) is 40.32% and 37.28%.

At the inflow into the Southern Morava, seed germination percentage is still increasing - 59.67% and 57.62%.

Carrots

The results obtained for the carrot seed germination

sa destilovanom vodom.

Određivanje dejstva efluentnih voda vršeno je u laboratorijskim uslovima. Isklijavanje semena praćeno je na temperaturi od 18-20℃ (zavisno od vrste ispitivanog semena).

Posle 72h od tretmana prebrojana su proklijala semena i izračunat procenat proklijalih semena u odnosu na kontrolu.

Ogled je ponovljen dva puta – u julu i septembru kada je vodostaj Veternice veoma nizak.

REZULTATI

Dobijeni rezultati o klijavosti semena koja su zalivana vodom reke Veternice pokazuju velike razlike u procentu proklijalih semena u zavisnosti od mesta i vremena uzorkovanja vode i vrste semena (grafikoni 1 i 2).

Paradajz

Najveći procenat proklijalih semena u odnosu na kontrolu je kod semena koja su zalivana vodom uzorkovanom na izvoru (proba 1), što ukazuje da je voda na izvorištu Veternice čista i da u njoj nema zagađenja.

Kod tretmana vodom uzorkovanom u julu klijavost je iznosila 62,12% (tab.1), a u septembru 61,29%.

Semena koja su zalivana vodom uzorkovanom na ulazu u grad (proba 2) pokazala su znatno manju klijavost 37,87% u julu i 38,7% u septembru.

To znači da reka Veternica već na ulazu u Leskovac opterećena raznim zagađenjima.

Semena zalivana vodom nizvodno od Leskovca imala su najmanju klijavost (proba 3): klijavost u julu iznosila je 12,9%, a u septembru 14,1%.

Zapaža se veća inhibicija klijanja semena zbog prisustva mešavine različitih zagađenja, poreklom iz fabrika, koja se ispuštaju otpadnim vodama u gradsku kanalizaciju.

Semena zalivana uzorkovana na petom kilometru nizvodno od ulivanja efluenatnih voda (proba 4) imala su klijavost od 31,87%u julu i 30,64% u septembru.

Usled taloženja i autopurifikacije, količina toksikanata u vodi je smanjena, što se odražava i na veći procenat klijavosti semena.

Nizvodno dolazi do još izraženijeg procesa autopurifikacije tako da se procenat klijavosti semena paradajza povećava.

Kod senjmena koja su tretirana vodom na ušću u Južnu Moravu (proba 5) klijavost je iznosila 36,38% u julu, 41,93% u septembru.

Paprika

Rezultati dobijeni pri ispitivanju klijanja semena paprike pokazuju sličan trend kao i kod paradajza. Najveći procenat proklijalih semena paprike bio je sa izvorišta Veternice – u julu 70,96% i 66,1% u septembru.

Nešto manji procenat proklijalih semena bio jepri zalivanju vodom uzetom neposredno pre ulaska Veternice u grad, procenat klijavosti iznosio je u julu 56,45%, a u septembru 52,54%.

Procenat proklijalih semena tretiranih vodom sa mesta izlivanja efluenata, koje je nizvodno od Leskovca,, iznosio je 12,9% u julu i 11,86% u septembru na sledećem profilu (peti kilometar nizvodno od Leskovca) iznosi 40,32%, odnosno 37,28%.

Pri ušću u Južnu Moravu procenat proklijalih semena se još povećava – 59,67% i 57,62%.

Šargarepa

Dobijeni rezultati za klijavost semena šargarepe slični

are similar to the previous plant.

The highest seed germination percentage was in the treatment of water taken at the spring of Veternica.

This percentage is very high, 85.33% in July and 78.66% in September.

In the seed treated with water taken from the second profile germination percentage is significantly reduced, so that in July it was 54.66% and 49.33% in September.

Same as in the other crops, in the carrots, the lowest percentage of germination was in treatment with the water downstream from Leskovac, from effluent water site.

When treating seed with water taken at the fifth kilometer downstream from the city, the percentage of seed germination increased to 42.66% in July and 34.66% in September.

Germination percentage increased when irrigating with water from the downstream profiles of the river, and in treatment with water taken at the inflow into South Morava, germination percentage was 52% and 49.33%.

Cucumber

Cucumber seeds were treated in the same way as the previous seed.

A very high percentage of germination was noted in seed watered with water taken at the spring of Veternica - 86.58% in July and 80.95% in September.

Much smaller percentage of seed germination was determined irrigating with water from the profile 2: 57.31% in July and 52.38% in September.

Cucumber seed germination also showed lowest percentage in treatments with water from 3rd sections, 24.39% to 21.42% in July and September. as in previous cases.

The ercentage of germination increases when irrigating with water from the river downstream sections, so in the fourth treatment that was 34.66% and 33.33%. Seed sreatment with water at the inflow showed taken percentage germination 49.33% in July and 53.57% in September.

su kao kod prethodnih biljaka.

Najveći procenat proklijalih semena je kod tretmana vodom uzetom na izvorištu Veternice.

Ovaj procenat je vrlo visok i iznosi 85,33% za jul i 78,66% za septembar.

Pri zalivanju semena vodom uzetom sa 2. profila procenat proklijalih se znatno smanjio, tako da je u julu bio 54,66% i septembru 49,33%.

I kod šargarepe, najmanji procenat klijavosti bio je tretiranju vodom nizvodno od Leskovca, sa mesta ulivanja efluentnih voda.

Tretiranjem semena vodom uzetom na petom kilometru nizvodno od grada, procenat klijavosti semena povećao se na 42,66% u julu i 34,66% u septembru.

Procenat klijavosti se povećava pri zalivanju vodom sa nizvodnih profila reke, da bi se tretiranjem vodom uzetom na ušću Veternica u Južnu Moravu iznosio 52%, odnosno 49,33%.

Krastavac.

Seme krastavca tretirano je na isti način kao i prethodna semena.

Veoma visok procenat klijavosti pokazala su semena zalivana vodom uzetom na izvorištu reke Veternice – 86,58% u julu i 80,95% u septembru.

Dosta manji procenat klijavosti pokazala su semena zalivana vodom sa profila 2 i to 57,31% - jul i 52,38% - septembar.

I kod semena krastavca najmanji procenat klijavosti bio je pri tretiranju vodom sa 3. profila, 24,39% u julu i 21,42% u septembru.

Kao i u prethodnim slučajevima, procenat klijavosti se pri zalivanju vodom sa nizvodnih profila reke povećava, tako da je u 4. tretmanu iznosio 34,66% i 33,33%. Seme tretirano vodom sa ušća pokazuje procenat klijavosti 49,33% u julu i 53,57% u septembru.

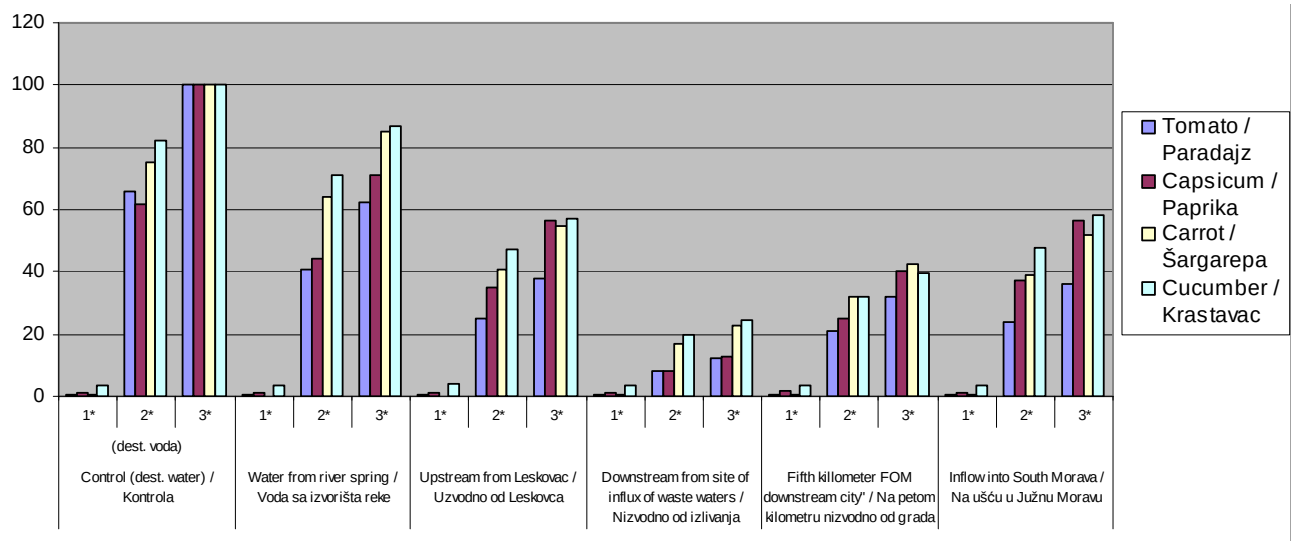


Fig. 1 - The percent of germinated seed of vegetable crops watered with water from river Veternica in July of 2002 / *Procenat proklijalih semena povrtarskih kultura zalivanih vodom reke Veternice jula 2002. godine*

1*- Seed weight / *Masa semena* (g), 2*- Number of germinated seed / *Broj .proklijalih semena*; 3*- % of germinated seed / *%proklijalih semena*

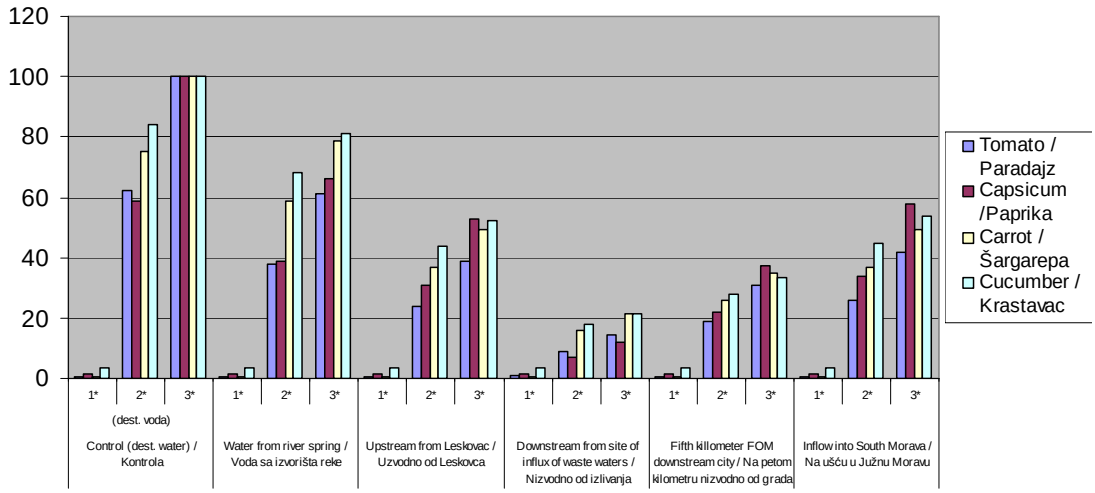


Fig. 2 - The percent of germinated seed of vegetable crops watered with water from river Veternica in September of 2002 / *Grafikon 2 - Procenat proklijalih semena povrtarskih kultura zalivanih vodom reke Veternice septembra 2002 godine*
1*- Seed weight / *Masa semena* (g); 2*- Number of germinated seed / *Broj .proklijalih semena*;
3*- % of germinated seed / *proklijalih semena*

CONCLUSION

Seed germination and the overall development of plants is caused by favorable conditions in the vicinity of the plant itself. If any segment of the natural environment of the plant (in this case the water) indicates any anomaly, it leads to poor germination and slow growth or other lack in plants, which directly affects the yield. It is obvious that the quality of water used for irrigation of vegetable crops in the basin of Veternica River directly affects their germination, which is later reflected in a reduced yield. By treating the seeds with water from the profile downstream of Leskovac, carrot and cucumber proved to be a little more resilient cultures - the percentage of germination was above 20%, while tomato and capsicum had a very small percentage of germination.

Germination percentage was higher in the seeds that were watered with water of the river Veternica in July than in September, and that was due to higher flow of Veternica in July, so that the concentration of waste materials in the total volume of water was lower than in September.

The results show that water from Veternica is not suitable for use in agriculture. Besides that it causes decrease in yield, it also has negative effect on the health of consumesr of these agricultural products. The results of this study on the germination of vegetable seeds can undoubtedly be used for early diagnosis of water pollution.

REFERENCES

[1]. Krsmanović M. (2009) - *Morphological changes and some biochemical and physiological indications of growing plants in the pepper (*Capsicum *annum L) watering of the river Toplica,* Master thezis. University of Pristina, Kosovska Mitrovica.
[2]. Rani R., Srivastava M.M (1990) - *Ecophysiological response of Pisum sativum and Citrus maxima to distillety effluents.* Int. J.Ecol. and Environ. Sci.16, N°2-3, ISSN: 0377-015X. 125-132
[3]. Shafiq M., Iqbal M. Z., Athar M., (2008) - *Effect of lead and cadmium on germination and seedling growth of Leucaena leucocephala.* J. Appl. Sci. Environ. Manage Vol. 12(2), JASEM ISSN 1119-8362, pg 61 – 66
[4]. Trajković R., Krsmanović M., Šunić Lj. (2006) - *Seed germination and growth of pepper plants in the presence*

ZAKLjUČAK

Klijavost semena, kao i celokupan razvoj biljaka uslovljen je povoljnim uslovima u neposrednoj okolini same biljke. Ako bilo koji segment prirodnog okruženja biljke (u ovom slučaju je to voda) pokazuje bilo kakvu anomaliju, to dovodi do slabijeg klijanja ili usporenog rasta ili nekog drugog nedostatka kod biljke, što direktno utiče na prinos. Očigledno je da kvalitet vode kojom su zalivane povrtarske kulture u slivu reke Veternice direktno utiče na njihovu klijavost, što se kasnije odražava na smanjenje prinosa. Pri tretiranju semena vodom sa profila nizvodno od Leskovca šargarepa i krastavac su se pokazali kao nešto malo otpornije kulture – procenat klijavosti je iznad 20%, dok su paradajz i paprika imali veoma mali procenat klijavosti.

Procenat klijavosti veći je kod semena koja su zalivana vodom reke Veternica u julu nego u septembru, a to zbog većih proticaja Veternice u julu, tako da koncentracija otpadnih materija u ukupnoj masi vode tada manja nego u septembru.

Dobijeni rezultati pokazuju da voda Veternice nije pogodna za upotrebu u poljoprivredi,. Pored toga što utiče na smanjenje prinosa, deluje negativno i na zdravlje konzumenata tih poljoprivrednih proizvoda. Rezultati ovog ispitivanja o klijavosti semena povrća nesumnjivo mogu poslužiti za ranu dijagnostiku zagađenja vode.

LITERATURA

[1]. Krsmanović M. (2009) - *Morfološkre promene i neke biohemijsko-fiziološke indikacije u toku rastenja biljaka paprike (Capsicum annum L) zalivane vodama reke Toplice*, Master thezis. University of Pristina, Kosovska Mitrovica.
[2]. Rani R., Srivastava M.M (1990) - Ecophysiological response of *Pisum sativum* and *Citrus maxima* to distillety effluents. Int. J.Ecol. and Environ. Sci.16, N°2-3, ISSN: 0377-015X. 125-132
[3]. Shafiq M., Iqbal M. Z., Athar M., (2008) - *Effect of lead and cadmium on germination and seedling growth of Leucaena leucocephala.* J. Appl. Sci. Environ. Manage Vol. 12(2), JASEM ISSN 1119-8362, pg 61 – 66
[4]. Trajković R., Krsmanović M., Šunić Lj. (2006) - *Klijanje semena i rastenje biljaka paprike u prisustvu otpadnih*

of waste water of the river Toplice, Proceedings EkoIst '06, Soko Banja. ISBN 86-80987-37-9, pg 291-293.
[5]. Žižić D. (2009) - *Waste waters the largest environmental contaminator in the city of Leskovac*. Proceedings of 8th symposium "Novel technologies and economicdevelopment", ISBN 978-86-82367-81-9, pg 126-133.

voda reke Toplice, Zbornik radova EkoIst '06, Soko Banja. ISBN 86-80987-37-9, pg 291-293.
[5]. Žižić D. (2009) - *Waste waters the largest environmental contaminator in the city of Leskovac*. Proceedings of 8th symposium "Novel technologies and economicdevelopment", ISBN 978-86-82367-81-9, pg 126-133.

EVALUATING BY SIMULATION THE IMPACT OF ACID RAIN ON CATIONS IN A REDDISH-BROWN SOIL SAMPLED FROM COŞOVENI, DOLJ (ROMANIA)
/
EVALUAREA PRIN SIMULARE A IMPACTULUI PLOILOR ACIDE ASUPRA CATIONILOR DINTR-UN SOL BRUN-ROŞCAT PRELEVAT DIN COŞOVENI, DOLJ (ROMÂNIA)

Ph.D. Sbîrnă L.S.[1)], Ph.D. Mateescu M.D.[1)], Ph.D. Sbîrnă S.[2)], Ph.D. Moldovan C.S.[3)], Ph.D. Ionescu C[3)].
[1)]University of Craiova, Faculty of Chemistry/ Universitatea din Craiova, Facultatea de Chimie
[2)]Craiova Regional Environment Protection Agency/ Agenția Regională de Protecția Mediului Craiova
[3)]University of Petroşani, Faculty of Mining/ Universitatea din Petroşani, Facultatea de Mine
Tel: (+40)-721-329-779; E-mail: s.sbirna@gmail.com

Abstract: *„Acid rain" is a general term used to describe acid depositions, i.e. rain, fog and snow (known as „wet deposition"), as well as acid gases and particles (known as „dry deposition").*

Acid rain is a particular environmental concern in Romania, as many soils have lately become acidic, causing serious damages to plants, animals and human beings.

The purpose of this study is to evaluate by simulation the impact of acid rain on cations in a reddish-brown soil which was sampled from Coşoveni - a village situated in Dolj county, at 10 km from Craiova, the county capital.

Laboratory experiments were performed by leaching soil columns with simulated acid rain (prepared in volumetric flasks) at different pH levels, and then soil cation concentration was represented at all these pH levels.

The results suggest that the cations loss in soil originated in leaching by the acid rain is an important one (34, 46, 21, şi 77% for Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} şi Na^{+}, respectively), generating a serious problem for the agricultural and environmental management, as soil cations are essential nutrients for plant growth.

Key words: *cation concentration, Dolj (Romania), pH level, acid rain*

Rezumat: *„Ploaie acidă" este un termen general folosit pentru a descrie depunerile acide: ploaie, ceață şi zăpadă (depuneri umede), dar şi particule şi gaze acide (depuneri uscate).*

Ploaia acidă constituie o preocupare majoră de mediu în România, deoarece, în ultimii ani, multe soluri au devenit acide, provocând daune grave plantelor, animalelor şi oamenilor.

Scopul prezentului studiu este de a evalua prin simulare impactul ploii acide asupra cationilor dintr-un sol brun-roşcat prelevat din Coşoveni - un sat situat în județul Dolj, la 10 km de Craiova, reşedința de județ.

Experimentele de laborator au fost efectuate supunând coloane de sol la acțiunea ploilor acide simulate (preparate în baloane volumetrice) la diferite niveluri ale pH-ului, reprezentându-se apoi grafic concentrația cationilor din sol la toate aceste niveluri de pH.

Rezultatele sugerează că pierderea de cationi din sol, având originea în lixivierea cauzată de ploaia acidă, este una importantă (34, 46, 21, şi 77% pentru Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} şi Na^{+}, respectiv), constituind o problemă serioasă a managementului agricol şi de mediu, întrucât cationii din sol sunt nutrienți esențiali în cresterea plantelor.

Cuvinte-cheie: *concentrația cationilor, Dolj (România), nivel de pH, ploaie acidă*

INTRODUCTION

Lately, acid rain has become a major concern of the international scientific community [1-10], as it is a phenomenon with serious implications on agriculture and environment: it kills fish and plants (mostly aquatic plants), causes deterioration of materials in lands, and is harmful to animals and humans.

Acid rain with SO_2, NO_x and NH_3 may form secondary pollutants that could react with organic compounds and contribute to ozone formation.

Moreover, acid rain can mobilize cations from the soil.

The protons in the acid depositions reduce the cation exchange capacity and increase the concentrations of these cations in the soil water. The negatively charged sulphate and nitrate ions in the acid rain can act as ''counterions,'' allowing cations to be leached from the soil.

Through a series of chemical reactions, they are leached out and become unavailable to plants as nutrients.

Rainwater in equilibrium with carbon dioxide (CO_2) in air, with no other species affecting pH, is slightly acidic (pH > 5.5). Rainwater is often more acidic because of to the emissions of SO_2, NO_x or organic acids. Typical pH values of acid rain resulting from anthropogenic emissions may be in a range of 2.5–5.

Acid rain is a serious environmental problem in the world and it is of a particular concern in Romania, as many soils have lately become acidic.

This study investigated the dynamics of cations

INTRODUCERE

În ultimii ani, ploaia acidă a devenit o preocupare majoră a comunității ştiințifice internaționale [1-10], întrucât ea reprezintă un fenomen cu grave implicații asupra agriculturii şi mediului: ucide peşti şi plante (în primul rând plante acvatice), cauzează deteriorarea unor materiale şi terenuri, şi este dăunătoare pentru animale şi om.

Ploile acide cu SO_2, NO_x şi NH_3 pot forma poluanții secundari, care ar putea reacționa cu compuşi organici şi să contribuie la formarea de ozon.

Mai mult, ploaia acidă poate mobiliza cationii din sol.

Protonii din depunerile acide reduc capacitatea de schimb cationic, crescând concentrațiile cationilor în apa din sol. Ionii sulfat şi nitrat, incărcați negativ, din ploaia acidă, pot acționa ca şi „contraioni'', permițând lixivierea cationilor din sol.

Printr-o serie de reacții chimice, aceştia sunt lixiviați şi devin indisponibili pentru plante ca nutrienți.

Apa de ploaie aflată în echilibru cu dioxidul de carbon (CO_2) din aer neconținând nicio altă specie care afectează pH-ul, este slab acidă (pH > 5,5). Apa de ploaie este adesea mai acidă din cauza emisiilor de SO_2, NO_x sau acizi organici. Valorile tipice ale pH-ului ploii acide rezultate din emisiile antropice pot fi într-o gama de 2,5-5.

Ploile acide constituie o problemă acută de mediu şi prezintă un interes deosebit in Romania, întrucât, în ultimii ani, multe soluri au devenit acide.

Acest studiu a avut drept scop investigarea dinamicii

transformation under the influences of simulated acid rain in a reddish-brown soil sampled from Cosoveni, Dolj (in South-western Romania).

The map of Romanian soils is presented in figure 1 (where the location of the vilage of Cosoveni is shown; its soil is mostly a reddish-brown luvic soil).

de transformare a cationilor sub influența ploii acide simulate într-un sol prelevat din Coşoveni, Dolj (în sud-vestul României).

În România, harta solurilor se prezintă ca în figura 1 (unde este localizat satul Coşoveni; solul său este luvic brun-roşcat).

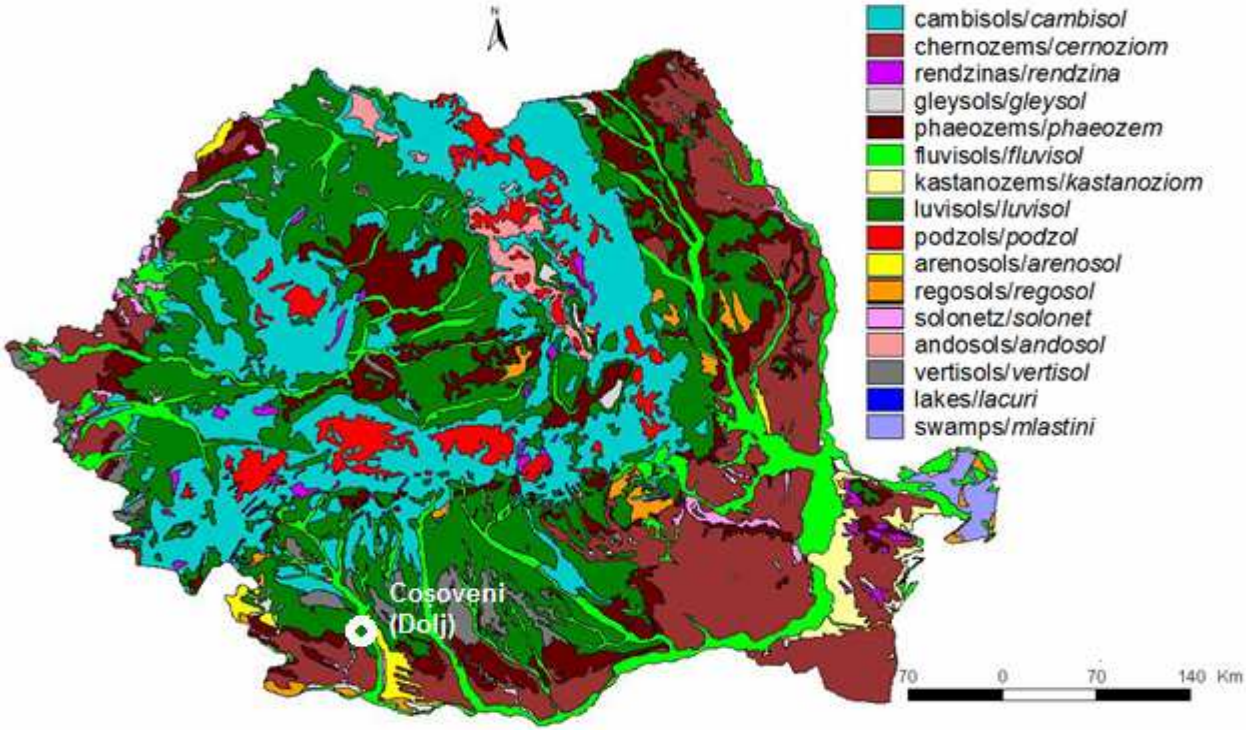


Fig. 1 – Romania – soil map (according to FAO/ UNESCO); location of Coşoveni vilage/
România – harta solurilor (după FAO/ UNESCO); localizarea satului Coşoveni

MATERIAL AND METHOD

A reddish-brown luvic soil sampled from Cosoveni, Dolj was submitted to the experiment (more specifically, the samples were collected at 10 - 20 cm depth). This soil has a pH level of 4.7, with a cation exchange capacity of 188 mmol/kg) and a base saturation of 35.6%. Sulfuric acid (H_2SO_4) and nitric acid (HNO_3) of analytical purity were used in simulating acid rain.

The acidity source of rain primarily consists of H_2SO_4 and HNO_3 in a 9:1 ratio, so, in order to have a simulated acid rain reflecting the natural conditions, the acid solutions were prepared by using this ratio. The working solutions with pH = 2.5; 3; 3.5; 4; 4.5 and 5 were prepared in volumetric flasks by diluting the stock solutions with deionized water, whereas the control solution with pH = 7 was prepared by adding 0.1 mL of ammonia (16.8% N) into 5 L of deionized water [4].

A plastic cylinder with a 10 cm inner diameter containing a 20 cm-long soil column was used. Then, 1 kg of air-dried soil, passed through a 1 mm sieve and then mixed thoroughly, was poured into the cylinder in 2 cm increments, continuously stirring to prevent layering. Before and after filling the column, a piece of plastic filter and two pieces of paper filters were placed at its both ends, in order to prevent any soil waste.

A total of 28 column treatments, corresponding to seven pH levels and four time periods (after a week, after two weeks and then after three and four weeks) were used in this study.

In order to reflect the natural rainfall conditions, an amount of 0.25 L simulated acid rain was slowly sprayed,

MATERIAL ŞI METODĂ

A fost supus experimentelor un sol luvic brun-roşcat prelevat din Coşoveni, Dolj (mai exact, probele au fost colectate la o adâncime de 10 - 20 cm). Acest sol are un nivel al pH-ului de 4,7, o capacitate de schimb de cationi de 188 mmol/kg) 1 şi o saturație în baze de 35,6%. Pentru simularea ploii acide s-au utilizat acid sulfuric (H_2SO_4) şi acid azotic (HNO_3) de puritate analitică.

Sursa de aciditate a ploii constă în principal în H_2SO_4 şi HNO_3, într-un raport de 9:1, aşa încât, pentru a avea o ploaie acidă simulată reflectând condițiile naturale, soluțiile acide au fost preparate în acest raport. Soluțiile de lucru cu pH = 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 şi 5 au fost pregătite în baloane cotate, prin diluarea soluțiilor din stoc cu apă deionizată, în timp ce soluția-etalon cu pH = 7 a fost preparată prin adăugarea a 0,1 mL de amoniac (16,8% N) în 5 L de apă deionizată [4].

A fost utilizat un cilindru de plastic cu diametrul interior de 10 cm, conținând o coloană de sol 20 cm. Apoi, 1 kg de sol uscat la aer, trecut printr-o sită cu ochiuri de 1 mm şi apoi mojarat, a fost turnat în cilindru în porții de 2 cm înălțime, amestecând continuu pentru a preveni stratificarea. Înainte şi după umplerea coloanei, câte un filtru de plastic şi două filtre de hârtie au fost plasate la ambele capete ale sale, pentru a preveni pierdere de sol.

Au fost utilizate în acest studiu 28 de coloane de tratare, corespunzând la şapte valori ale pH-ului şi patru perioade de timp (după o săptămână, după două, trei şi patru săptămâni).

Pentru a reda condițiile naturale de ploaie, s-a recurs la pulverizarea a câte 0,25 L de ploaie acidă simulată, cu un

at a rate of 0.01 L/min, at the top of each column, daily.

After finishing the experiment, the soil in the column was dried and analyzed for cations by atomic adsorption spectrophotometry.

The experimental procedure was performed using the conventional methods proposed by Jackson et al. [7].

Statistical analysis was performed in Microsoft Excel 2010, by applying an F-test (Fisher's test) for which the significance level α = 0.01 (1%), which equates to a trust level of 99% [8].

The variational calculus consists in determining:

$$F_{\alpha} = \frac{EV}{UV} = \frac{MSB}{MSW} = \frac{\frac{SSB}{df(b)}}{\frac{SSW}{df(w)}}$$

where:

- EV – explained variance;
- UV – unexplained variance;
- SSB – sum of squares between groups;
- SSW – sum of squares within groups;
- df(b) – number of degrees of freedom between groups;
- df(w) – number of degrees of freedom within groups;
- MSB – mean square between groups (variance between groups);
- MSW – mean square within groups (variance between groups).

Our calculations lead to the value $F_{0.01} = 3.14$.

This value being significantly bigger than 1, one may draw the conclusion that the null hypothesis has to be rejected, as the variance explained by the differences between groups considerably exceeds the one caused by accidental errors.

RESULTS

Soil cation dynamics was investigated (Table 1).

The changes in concentrations of soil dications, Ca^{2+} and Mg^{2+}, after treating the soil with simulated acid rain at seven different pH levels over a four-week experimental period, are shown in figure 2.

The changes in concentrations of soil monocations K^{+} and Na^{+}, after being leached by simulated acid rain at the same seven pH levels, are shown in figure 3.

debit de 0,01 L/min, fiecărei coloane, zilnic.

După terminarea experienței, coloana de sol a fost uscată şi i-a fost analizat conținutul de cationi prin spectrofotometrie de adsorbție atomică.

Procedura experimentală au fost efectuată folosind metoda convențională propusă de Jackson şi colab. [7].

Analiza statistică a fost efectuată în Microsoft Excel 2010, aplicându-se un test F (testul lui Fisher) pentru care nivelul de semnificație α = 0,01 (1%), ceea ce echivaleaza cu un nivel de incredere de 99% [8].

Calculul variațional constă în a determina:

$$F_{\alpha} = \frac{VE}{VN} = \frac{MPD}{MPI} = \frac{\frac{SPD}{gl(d)}}{\frac{SPI}{gl(i)}}$$

unde:

- VE – varianța explicată;
- VN – varianța neexplicată;
- MPD – media sumei pătratelor între grupuri (varianța între grupuri);
- MPI – media sumei pătratelor în interiorul grupurilor (varianța în interiorul grupurilor);
- SPD – suma pătratelor între grupuri;
- SPI – suma pătratelor în interiorul grupurilor;
- gl(d) – numărul gradelor de libertate între grupuri;
- gl(i) – numărul gradelor de libertate din interiorul grupurilor.

Calculele noastre au condus la o valoare $F_{0,01} = 3,14$.

Această valoare fiind semnificativ mai mare decât 1, se poate trage concluzia că ipoteza de nul trebuie respinsă, întrucât varianța explicată prin diferețele dintre grupurieste mult mai mare decât cea cauzată de erori aleatoare.

REZULTATE

A fost studiată dinamica ionilor pozitivi în sol (Tabelul 1).

Modificările în concentrații ale dicationilor din sol, Ca^{2+} şi Mg^{2+}, după tratarea solului cu ploaie acidă simulată, la şapte valori diferite ale pH-ului, pe o perioadă de patru săptămâni, sunt prezentate în figura 2.

Modificările concentrațiilor monocationilor K^{+} şi Na^{+}, după lixiviere cu ploaie acidă simulată, la aceleaşi şapte valori pH-ului, sunt prezentate în figura 3.

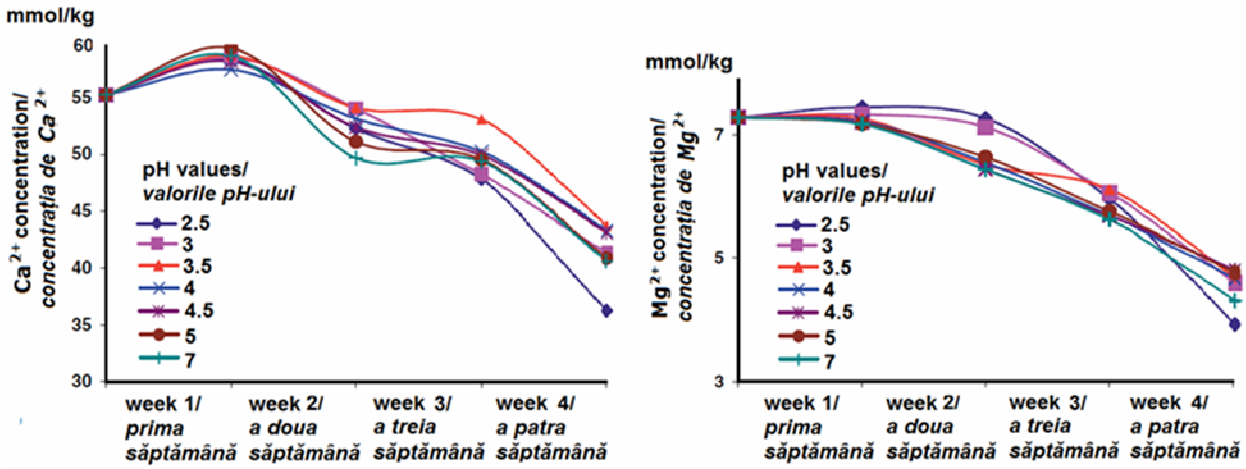


Fig. 2 – Soil dication dynamics / *Dinamica dicationilor din sol*

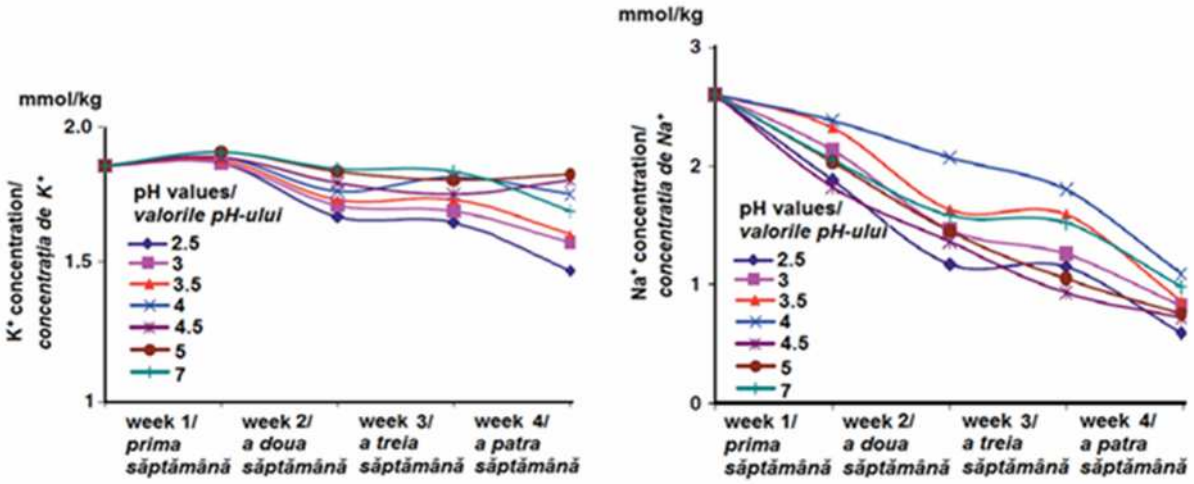


Fig. 3 – Soil monocation dynamics / *Dinamica monocationilor din sol*

Table 1 / *Tabelul 1*

Cation concentration (mmol/kg) at the seven different pH levels during the four-week experimental period /
Concentrația cationilor (mmol/kg)la cele şapte valori ale pH-ului de-a lungul perioadei de patru săptămâni de experiment

Cation	pH	Cation concentration / *concentrația cationilor* (mmol/kg)				
		Initial / inițial	After one weeks / *după o săptămână*	After two weeks / *după două săptămâni*	After three weeks / *după trei săptămâni*	After four weeks / *după patru săptămâni*
Ca^{2+}	2.5 / *2,5*	55.2 / *55,2*	58.0 / *58,0*	52.5 / *52,5*	47.5 / *47,5*	36.4 / *36,4*
	3	55.2 / *55,2*	58.0 / *58,0*	54.0 / *54,0*	48.2 / *48,2*	42.1 / *42,1*
	3.5 / *3,5*	55.2 / *55,2*	58.0 / *58,0*	54.0 / *54,0*	53.2 / *53,2*	45.2 / *45,2*
	4	55.2 / *55,2*	56.3 / 56,3	53.0 / *53,0*	50.8 / *50,8*	44.0 / *44,0*
	4.5 / *4,5*	55.2 / *55,2*	57.2 / 57,2	52.5 / *52,5*	50.7 / *50,7*	44.0 / *44,0*
	5	55.2 / *55,2*	59.3 / 59,3	51.1 / *51,1*	49.9 / *49,9*	41.2 / *41,2*
	7	55.2 / *55,2*	58.0 / *58,0*	49.2 / *49,2*	49.6 / *49,6*	41.3 / *41,3*
Mg^{2+}	2.5 / *2,5*	7.29 / *7,29*	7.36 / *7,36*	7.29 / *7,29*	5.82 / *5,82*	3.94 / *3,94*
	3	7.29 / *7,29*	7.31 / *7,31*	7.22 / *7,22*	6.00 / *6,00*	4.60 / *4,60*
	3.5 / *3,5*	7.29 / *7,29*	7.27 / *7,27*	6.51 / *6,51*	6.20 / *6,20*	4.81 / *4,81*
	4	7.29 / *7,29*	7.25 / *7,25*	6.53 / *6,53*	5.64 / *5,64*	4.82 / *4,82*
	4.5 / *4,5*	7.29 / *7,29*	7.24 / *7,24*	6.48 / *6,48*	5.64 / *5,64*	5.00 / *5,00*
	5	7.29 / *7,29*	7.22 / *7,22*	6.58 / *6,58*	5.68 / *5,68*	4.92 / *4,92*
	7	7.29 / *7,29*	7.22 / *7,22*	6.48 / *6,48*	5.61 / *5,61*	4.31 / *4,31*
K^{+}	2.5 / *2,5*	1.82 / *1,82*	1.82 / *1,82*	1.63 / *1,63*	1.62 / *1,62*	1.44 / *1,44*
	3	1.82 / *1,82*	1.82 / *1,82*	1.70 / *1,70*	1.69 / *1,69*	1.51 / *1,51*
	3.5 / *3,5*	1.82 / *1,82*	1.82 / *1,82*	1.73 / *1,73*	1.74 / *1,74*	1.55 / *1,55*
	4	1.82 / *1,82*	1.84 / *1,84*	1.75 / *1,75*	1.80 / *1,80*	1.72 / *1,72*
	4.5 / *4,5*	1.82 / *1,82*	1.84 / *1,84*	1.78 / *1,78*	1.75 / *1,75*	1.80 / *1,80*
	5	1.82 / *1,82*	1.86 / *1,86*	1.82 / *1,82*	1.78 / *1,78*	1.82 / *1,82*
	7	1.82 / *1,82*	1.86 / *1,86*	1.83 / *1,83*	1.82 / *1,82*	1.70 / *1,70*
Na^{+}	2.5 / *2,5*	2.60 / *2,60*	1.88 / 1,88	1.12 / *1,12*	1.15 / *1,15*	0.60 / *0,60*
	3	2.60 / *2,60*	2.15 / 2,15	1.44 / *1,44*	1.31 / *1,31*	0.84 / *0,84*
	3.5 / *3,5*	2.60 / *2,60*	2.32 / 2,32	1.62 / *1,62*	1.55 / *1,55*	0.88 / *0,88*
	4	2.60 / *2,60*	2.40 / 2,40	2.13 / *2,13*	1.84 / *1,84*	1.12 / *1,12*
	4.5 / *4,5*	2.60 / *2,60*	1.86 / 1,86	1.37 / *1,37*	0.97 / *0,97*	0.81 / *0,81*
	5	2.60 / *2,60*	2.10 / 2,10	1.42 / *1,42*	1.05 / *1,05*	0.83 / *0,83*
	7	2.60 / *2,60*	2.12 / 2,12	1.60 / *1,60*	1.51 / *1,51*	1.00 / *1,00*

The initial concentration of Ca^{2+} ions was 55.2 mmol/kg. The concentration of this ion increased at the beginning of the experiment from this value to 56.3 – 59.3 mmol/kg after one week at different pH levels, and then permanently decreased, from day 8 to the end of the experiment, reaching a concentration value of 36.4 mmol/kg at pH = 2.5 at the end of the experiment, which equates to a loss of about 18.8 mmol/kg Ca^{2+}.

This is to say that about 34% of the original soil Ca^{2+} were leached out by the simulated acid rain. This occurred because many Ca^{2+} ions were displaced by the H^{+} ions under the strong acidic conditions that were created.

To understand this process, let us take into account

Concentrația inițială a ionilor Ca^{2+} a fost de 55,2 mmol/kg. Concentrația acestui ion a crescut la începutul experimentului de la această valoare până la 56,3 – 59,3 mmol/kg, după o săptămână, la diferite valori ale pH-ului, apoi a scăzut permanent, din ziua a opta până la sfârşitul experimentului, ajungându-se la o valoare a concentrației de 36,4 mmol/kg la pH = 2,5 la sfârşitul experimentului, ceea ce echivalează cu o pierdere de 18,8 mmol/kg Ca^{2+}.

Acest lucru este echivalent cu a spune că aproximativ 34% din ionii de Ca^{2+} au fost lixiviați de ploaia acidă simulată. Acest lucru s-a întâmplat deoarece mulți ioni Ca^{2+} au fost dislocuiți de ioni H^{+} în condițiile de aciditate puternică ce au fost create.

Pentru a înțelege acest proces, să luăm în

the fact that the sulfuric acid reacts with the calcium carbonate (limestone):

$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$

The calcium sulfate is soluble in water and, on the other hand, the carbonic acid is very instable:

$H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$

so the hydrogen ions originated in the acid are converted into hydrogen atoms in water.

Similar results were obtained for Mg^{2+}; that is, the concentrations of soil Mg^{2+} decreased with time at all pH levels. This occurred for the same reason as in case of Ca^{2+}.

The decrease in Mg^{2+} concentration was steeper than that of Ca^{2+}. About 46% of the original Mg^{2+} was leached out by the simulated acid rain at pH = 2.5 after four weeks (more specifically, Mg^{2+} concentration decreased from 7.29 to 3.94 mmol/kg).

The concentrations of soil monocations, K^+ and Na^+, also decreased in time at all pH levels. It is apparent that the decrease in Na^+ concentration was much steeper than that of K^+.

More specifically, the maximum concentration decrease in K^+ was about 0.38 mmol/kg (between 1.82 and 1.44 mmol/kg), at pH = 2.5, after the whole experiment time, whereas the maximum concentration decrease in Na^+ was about 2 mmol/kg (decreasing from 2.6 to 0.6 mmol/kg) at the same pH level and during the same period; that is, about 21% of the original K^+ ions and 77% of the original Na^+ ions were leached out by the simulated acid rain (at pH = 2.5).

As mentioned above, the statistical analysis with the F-test shows that the differences in concentrations of dications were significant at $F_{0.01} = 3.14$.

CONCLUSION

The ions of calcium, magnesium, potassium, sodium and other metals are attached to the clay and humus particles in the soil. The attractive electrostatic forces occurring between the positive metal ions and the negatively charged soil particles is strong enough to hold the metal ions in the soil despite the passage of water through it.

However, if acid rain gets into the soil, it adds hydrogen ions, which displace these important nutrients in a process called leaching: the metal ions are washed deeper into the subsoil or – at contrary – washed out of the top soil, being no longer available to the roots of the plants, which is extremely inconvenient, as calcium ions are used for cell formation, as well as in the processes of transporting sugars, water and other nutrients from roots to leaves; magnesium ions are vital in photosynthesis and also as carriers of phosphorus – which is important in the production of DNA, *etc.*; potassium ions also play a role in photosynthesis, protein synthesis, regulation of water use, activation of plant enzymes (over sixty kind of them), control of ionic balance; the sodium ions are also involved in mentaining the ionic balance, and the salinity tolerance as well.

Our research leads to the conclusion that, indeed, acid rain has a strong impact on soil, by mobilizing cations important for plant growth, namely Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ and Na^+.

More specifically, it was found that, among the four metal ions involved in this study, the strongest leaching process was suffered at pH = 2.5 by the sodium ions (77% - from 2.6 mmol/kg to 0.6 mmol/kg), followed by the magnesium ions (46% - from 7.29 mmol/kg to 3.94 mmol/kg) and those of calcium (34% - from 55,2 mmol/kg la to 36,4 mmol/kg), whereas the weakest leaching process being noticed for the potassium ions (21% - from 1,82 mmol/kg to 1,44 mmol/kg).

considerare faptul că între carbonatul de calciu (calcar) şi acidul sulfuric are loc reacția:

$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$

Sulfatul de calciu este solubil în apă şi, pe de altă parte, acidul carbonic este foarte instabil:

$H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$

aşa încât ionii de hidrogen din acidul inițial se regăsesc sub formă de atomi de hidrogen din apă.

Rezultate similare au fost obținute pentru Mg^{2+}, în sensul că şi concentrațiile acestui dication au scăzut în timp, la toate valorile pH-ului, din acelaşi motiv ca şi în cazul Ca^{2+}.

Scăderea concentrației de Mg^{2+} a fost mai abruptă decât cea a Ca^{2+}. Aproximativ 46% dintre ionii de Mg^{2+} aflați inițial în sol au fost dizolvați de ploaia acidă simulată la pH = 2,5 după patru săptămâni (mai exact, concentrația Mg^{2+} a scăzut de la 7,29 la 3,94 mmol/kg).

Concentrațiile monocationilor din sol, K^+ şi Na^+, au scăzut în timp la toate valorile pH-ului. Se observă că scăderea concentrației de Na^+ a fost mult mai abruptă decât cea a concentrației de K^+.

Mai exact, scăderea maximă a concentrației de K^+ a fost de aproximativ 0,38 mmol/kg (între 1,82 şi 1,44 mmol/kg), la pH = 2,5 după întreaga perioadă de desfăşurare a experimentului, în timp ce scăderea maximă a concentrației de Na^+ a fost de cca. 2 mmol/kg (de la 2,6 la 0,6 mmol/kg), la aceeaşi valoare a pH-ului şi în aceeaşi perioadă; aceasta înseamnă că aproximativ 21% şi respectiv 77% dintre ionii initiali de K^+ şi Na^+ au fost lixiviați de ploaia acidă simulată (la pH = 2,5).

După cum s-a menționat anterior, analiza statistică cu testul F menționat anterior arată că diferențele survenite în concentrațiile cationilor sunt semnificative la $F_{0.01} = 3,14$.

CONCLUZIE

Ionii de calciu, magneziu, potasiu, sodiu şi alte metale sunt legați de particulele de argilă şi de humus din sol. Forțele de atracție electrostatică dintre ionii metalici încărcați pozitiv şi particulele din sol încărcate negativ sunt suficient de puternice pentru a menține ionii metalici în sol în ciuda infiltrării apei în acesta.

Totuşi, atunci când ploaia acidă pătrunde în sol, ea aduce ioni de hidrogen, care mobilizează aceşti importanți nutrienți într-un proces numit lixiviere: ionii metalici sunt transportați mai adânc în subsol sau – dimpotrivă – la suprafața solului, nemaifiind disponibili pentru rădăcinile plantelor, ceea ce este extrem de inconvenient întrucât ionii de calciu sunt folosiți în formarea celulelor, ca şi în procesul de transport al zaharidelor, apei şi altor nutrienți de la rădăcini spre frunze; ionii de magneziu au un rol vital în fotosinteză şi, de asemenea, în transportul fosforului – care este important în producerea ADN-ului, *etc*.; ionii de potasiu joacă şi ei un rol în fotosinteză, sinteza proteinelor, reglarea consumului de apă, activarea unor enzyme specifice (peste şaizeci), controlul bilanțului ionic; ionii de sodiu sunt şi ei implicați în menținerea balanței ionice, dar şi în toleranța la salinitate.

Cercetarea noastră conduce la concluzia că, într-adevăr, ploaia acidă are un puternic impact asupra solului, mobilizând cationi importanți pentru creşterea plantelor, şi anume Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ şi Na^+.

Mai exact, s-a constatat că, dintre cei patru ioni metalici implicați în acest studiu, cel mai puternic proces de lixiviere a fost suferit la pH = 2,5 de către ionii de sodiu (77% - de la 2,6 mmol/kg la 0,6 mmol/kg), urmați de ionii de magneziu (46% - de la 7,29 mmol/kg la 3,94 mmol/kg) şi de cei de calciu (34% - de la 55,2 mmol/kg la 36,4 mmol/kg),]n timp ce cel mai slab proces de lixiviere fiind observat la ionii de potasiu (21% - de la 1,82 mmol/kg la 1,44 mmol/kg).

REFERENCES
[1]. Brady D. (1984) *The nature and properties of soils*, 9-th edition, New York, London
[2]. Calace N., Fiorentini F., Petronio B.M., Pietroletti M. (2001) *Effects of acid rain on soil humic compounds*, Talanta 54: 837–846
[3]. Duan L., Hao J., Xie S.D., Zhou D.P. (2002) *Study about the soils in Korea*, Geoderma 110: 205–225
[4]. Guo Y.L. (2002) *Acid rain problem and prevention in China. J Shanxi,* Finance and Economics University, 24:106 (in Chinese)
[5]. Hodson M.E., Landan S.J. (1999) *A long-term leaching experiment in a soil column*, Environ. Pollut. 104:11–19
[6]. Ivring P.M. (1983) *Acidic precipitation effects. A review and analysis of research*. J Environ Qual 12: 442–453
[7]. Jackson D.R., Garrett B.C., Bishop T.A. (1984) *Methods for assessing hazardous waste,* Envlron. Sci. Technol., 18:668–673
[8]. Menz F.C., Seip H.M. (2004) *Acid rain in Europe and the United States:* an update. Environ. Sci. Policy 7:253–265
[9]. Seip H.M., Larssen T. (1997) *Response of forested soils to acidic inputs: leaching experiment*, Geoderma 75:53–73
[10]. Liu K.H., Mansell R.S., Rhue R.D. (1990) *Cation removal during application of acid solution into air dry soil columns*. Soil Sci. Soc. Am.J. S4:1747–1753

BIBLIOGRAFIE
[1]. Brady D. (1984) *Natura şi proprietăţile solurilor*, editia a 9-a, New York, Londra
[2]. Calace N., Fiorentini F., Petronio B.M., Pietroletti M. (2001) *Efectele ploii acide asupra compuşilor humici din sol*, Talanta 54: 837-846
[3]. Duan L., Hao J., Xie S.D., Zhou D.P. (2002) *Studiu asupra solurilor din Coreea*, Geoderma 110: 205-225
[4]. Guo Y.L. (2002) *Problema ploii acide şi prevenirea acesteia în China*. J Shanxi, Finance and Economics University, 24:106 (în chineză)
[5]. Hodson M.E., Landan S.J. (1999) *Un experiment pe termen lung de lixiviere într-o sol coloană de sol*, Environ. Pollut.104:11-19
[6]. Ivring P.M. (1983) *Efectele precipitaţiilor acide. O trecere în revistă şi o analiză a cercetării*. J Environ Qual 12:442-453
[7]. Jackson D.R., Garrett B.C., Bishop T.A. (1984) *Metode de evaluare a deşeurilor periculoase*, Envlron. Sci.Technol.,18:668-673.
[8]. FC Menz, Seip H.M. (2004) *Ploile acide în Europa şi Statele Unite*: *o actualizare*. Environ. Sci. Policy 7:253-265
[9]. Seip H.M., Larssen T. (1997) *Răspunsul solurilor împădurite la inputurile acide: experiment de lixivere*, Geoderma,75:53-73
[10]. Liu K.H., Mansell R.S., Rhue R.D. (1990) *Mobilizarea cationilor din sol prin aplicarea soluţiilor acide în coloane de sol uscat*, Soil Sci. Soc. Am.J. S4:1747–1753

AIRSCREW AS A STABILIZING DEVICE FOR SMALL AGGREGATES
/
ПОВІТРЯНИЙ ГВИНТ ЯК СТАБІЛІЗУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНИХ АГРЕГАТІВ

Usenko M.
Lutsk national technical university (Ukraine)
Tel: +38(0332)74-61-03; Fax: +38(0332)77-48-40; E-mail: rector@lutsk-ntu.com.ua

Abstract: *Application of stabilizing device is grounded as an airscrew (propeller) to the motoblock in aggregate with an agricultural machine by the work on slopes is proved. Graphic dependence of kinematics index of airscrew of the angle of slope is presented. Necessary tractive force and power of airscrew for stabilizing of direction of motion of small aggregate by the work on slopes is defined. Dependence of the force on operation of the unit - the motoblock with a milling cutter - of an angle of a slope with the stabilizing device and without it is experimentally defined.*

Keywords: *propeller, small aggregate, slope, force, power.*

INTRODUCTION

By execution of various operations with agricultural aggregates there is a problem of stabilizing of direction of motion of these aggregates on slopes, i. e. breach of their course stability by motion in transversal direction of slope.

This breach takes place as a result of lateral deflection, slipping of aggregate, and also displacement of particles of soil which an aggregate moves on.

By the work in such conditions it is necessary to set on aggregate a stabilising device. If apply a small technique on slopes, so because of less mass it slips less in comparison with a big technique.

To such machines it is possible to apply stabilising devices, which do not contact with soil and, accordingly, does not destroy it and does not create additional tractive resistance. Various workings organs, mainly disk, for work of aggregates on slopes are used [4, 5, 7].

Theirs defect is a complication of construction and breach of structure of soil, as for execution of the basic function (stabilizing of direction of motion of aggregate on slopes) they contacts with the soil.

Accordingly in scientific works [1, 2, 3, 6] in this direction theoretical questions which are related with stabilizing of motion of aggregate on slopes without use of soil are not considered.

MATERIAL AND METHOD

In Lutsk national technical university a device for prevention of slipping on the slopes of self-propelled instruments on the base of motoblock is developed. It can provide stabilizing of direction of motion of aggregate on slopes to 12°.

On Fig. 1 the scheme of motoblock with this device and with the ground milling cutter is represented. Device has a reducer *3*, which is fastened on supports of motoblock *4*.
Reducer *3* consists of drive gear which is related hardly with the driving shaft. With this gear is in gearing one or the other driven gear.

Throwing into gear and dropping out of gear with the drive gear each of driving gear, and also transfer in neutral position (when both of driven gears are not

Резюме: *Обґрунтовано застосування стабілізуючого пристрою у вигляді повітряного гвинта (пропелер) до мотоблоку в агрегаті з сільськогосподарською машиною при роботі на схилах. Подана графічна залежність кінематичного показника повітряного гвинта від кута схилу. Визначено необхідну силу тяги і потужність повітряного гвинта для стабілізації напрямку руху малогабаритного агрегату при роботі на схилах. Експериментально визначено залежність сили по управлінню агрегатом – мотоблок з ґрунтовою фрезою – від кута схилу з стабілізуючим пристроєм і без нього.*

Ключові слова: *пропелер, малогабаритний агрегат, схил, сила, потужність.*

ПЕРЕДУМОВА

При виконанні сільськогосподарськими агрегатами різноманітних операцій на схилах виникає проблема стабілізації напрямку руху даних агрегатів, тобто порушення їх курсової стійкості при русі в поперечному напрямку схилу.

Дане порушення відбувається внаслідок бокового уводу, сповзання агрегату, а також зміщення частинок самого ґрунту, по якому рухається агрегат.

При роботі в таких умовах на агрегат необхідно встановити стабілізуючий пристрій. Якщо застосувати на схилах малогабаритну техніку, то через меншу масу вона менш піддається сповзанню в порівнянні з великогабаритною технікою.

До таких машин можливо застосувати стабілізуючі пристрої, які не контактують з ґрунтом і, відповідно, не руйнують його і не створюють додаткового тягового опору. Використовують різноманітні робочі органи, в основному дискові, для роботи агрегатів на схилах [4, 5, 7].

Їх недолік це складність конструкції і порушення структури ґрунту, оскільки для виконання своєї основної функції (стабілізація напрямку руху агрегату на схилах) вони контактують з ґрунтом.

Відповідно в наукових працях [1, 2, 3, 6] з даного напрямку не розглянуті теоретичні питання, що пов'язані з стабілізацією руху агрегату на схилах без використання ґрунту.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА

В Луцькому національному технічному університеті розроблений пристрій для запобігання сповзання на схилах самохідних знарядь на базі мотоблока. Він може забезпечити стабілізацію напрямку руху агрегату на схилах до 12°.

На рис. 1 зображена схема мотоблока з даним пристроєм і з ґрунтовою фрезою. Пристрій має редуктор *3*, який кріпиться на опорах мотоблока *4*.
Даний редуктор *3* складається з ведучої шестерні, що жорстко зв'язана з ведучим валом. З даною шестернею знаходиться в зачепленні одна або друга ведена шестерня.

Введення і виведення в зачеплення з ведучою шестернею кожної з ведених шестерні, а також перевід в нейтральне положення (коли обидві ведені шестерні

in gearing with the drive gear), carried out with a lever.

не знаходяться в зачепленні з ведучою шестернею), здійснюється важелем.

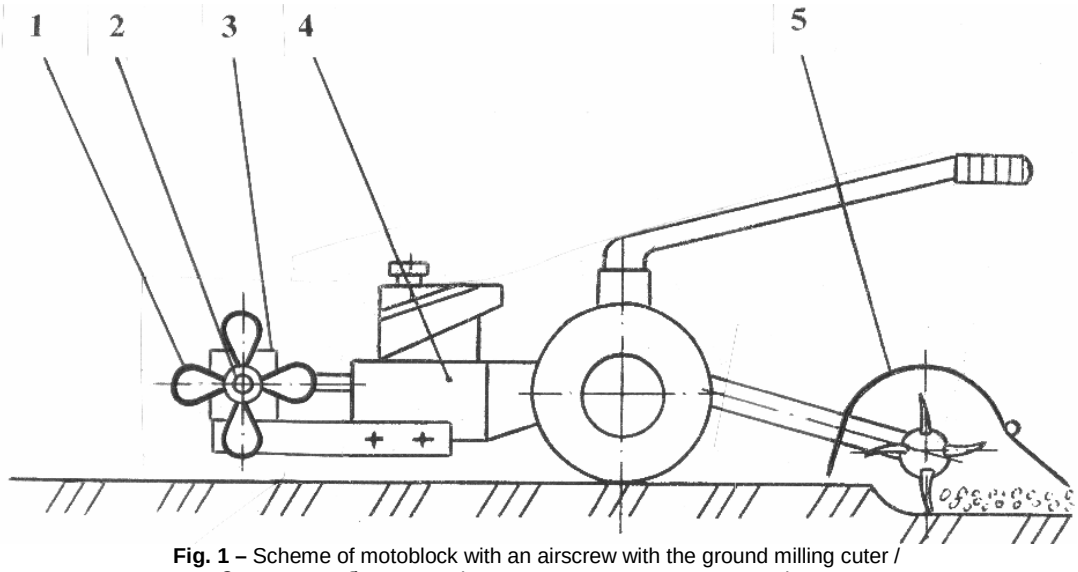


Fig. 1 – Scheme of motoblock with an airscrew with the ground milling cuter /
Схема мотоблока з повітряним гвинтом з ґрунтовою фрезою
1 – airscrew / *повітряний гвинт*; 2 – driven shaft / *ведений вал*; 3 – reducer / *редуктор*; 4 – motoblock / *мотоблок*; 5 – milling cutter / *ґрунтова фреза*

Driving gears sits on a driven shaft *2*, which cantilever jut out in both sides of reducer *3*. On both cantilever parts of driven shaft *2* the airscrews (propellers) *1* are hardly fastened. The driving shaft is connected with the handwheel of engine of motoblock *4*.

Specification of unit. Function: soil processing on slopes to 12°; Traction effort: 1 kN; Speed (km/h): I gear – 1.42-1.6, II gear – 3.05, III gear – 5.98, reverse gear – 1.71; Overall dimensions (mm): 2150x600x730-1420; Mass: 140 kg; Capacity: 3.7 kw; Rated frequency of revolution of a cranked shaft: 3500 rpm; Frequency of revolution of PTO shaft: 780 rpm; Diameter of the screw: 0,5 m; Number of screws: 2; Gear ratio of a reducer of the device: 0.5; Drive of screws: from a handwheel of a cranked shaft.

This aggregate works so. By motion of aggregate on an even surface the driven gears are powered-off (are in neutral position) and airscrews *1* are not revolved.

When an aggregate rides on a transversal slope, an operator connect by a lever one of driven gears. Airscrews *1* begin to be revolved, create a blast which prevents to slipping (to breach of course stability) of aggregate downward on a slope.

By reverse motion of aggregate or by the change of location of slope in relation to it the operator by the lever disconnect one and connect the other driving gear, getting, thus, direction of rotation of airscrews *1* is needed and, accordingly, the current of air is needed.

RESULTS

Will consider the work of device from the theoretical point of view.

For the removal of lateral reactions which try to displace an aggregate downward on a slope (to breach its course stability) the stabilizing device is offered. It has a basic working organ as two airscrews which create a current of air.

Given current compensates the force which tries to displace an aggregate downward on a slope. Will define this force, and also force of current of air and necessary

Ведені шестерні сидять на веденому валу *2*, який консольно виходить по обидва боки редуктора *3*. На обох консольних частинах веденого вала *2* жорстко закріплені повітряні гвинти (пропелери) *1*. Ведучий вал з'єднаний з маховичком двигуна мотоблока *4*.

Технічна характеристика агрегату. Призначення: обробіток ґрунту на схилах до 12°; Тягове зусилля: 1 кН; Швидкість (км/год): I передача – 1,42-1,6, II передача – 3,05, III передача – 5,98, задній хід – 1,71; Габаритні розміри (мм): 2150x600x730-1420; Маса: 140 кг; Потужність: 3,7 кВт; Номінальна частота обертання колінчастого вала: 3500 хв$^{-1}$; Частота обертання ВВП: 780 хв$^{-1}$; Діаметр гвинта: 0,5 м; Число гвинтів: 2; Передаточне число редуктора пристрою: 0,5; Привод гвинтів: від маховичка колінчастого вала.

Даний агрегат працює так. При русі агрегату по рівній поверхні ведені шестерні відключені (знаходяться в нейтральному положенні) і повітряні гвинти *1* не обертаються.

Коли агрегат в'їжджає на поперечний схил, оператор вмикає важелем одну з ведених шестерень. Повітряні гвинти *1* починають обертатись, створюють потік повітря, який запобігає сповзанню (порушенню курсової стійкості) агрегату вниз по схилу.

При зворотному русі агрегату чи при зміні розташування схилу відносно нього оператор важелем вимикає одну і вмикає другу ведену шестерню, отримуючи, таким чином, необхідний напрямок обертання повітряних гвинтів *1* і, відповідно, необхідний напрямок потоку повітря.

РЕЗУЛЬТАТИ

Розглянемо роботу пристрою з теоретичної точки зору.

Для усунення бокових реакцій, що намагаються змістити агрегат вниз по схилу (порушити його курсову стійкість) запропонований стабілізуючий пристрій. Він має основний робочий орган у вигляді двох повітряних гвинтів, які створюють потік повітря.

Даний потік компенсує силу, що намагається змістити агрегат вниз по схилу. Визначимо дану силу, а також силу потоку повітря і необхідну

power.

From Fig. 2 we have a force, which tries to displace the aggregate *M* downward on the slope, *mg·sinα*, where *m* - mass of aggregate, *α* - angle of slope.

To force *mg*·sin*α* counteracts the force, which by formula is almost analogical to rolling friction force, i. e. *f·mg*·cos*α*, where *f* - coefficient of deflection (*f* = 0.08) [3]. Force of displacement $F_{зм}$ of aggregate downward on a slope equals to difference of two forces:

потужність.

З рисунку 2 маємо силу, що намагається змістити агрегат *M* вниз по схилу, *mg*·sin*α*, де *m* – маса агрегату, *α* – кут схилу.

Силі *mg*·sin*α* протидіє сила, яка за формулою майже аналогічна силі тертя кочення, тобто *f·mg*·cos*α*, де *f* – коефіцієнт уводу (*f* = 0,08) [3]. Сила зміщення $F_{зм}$ агрегату вниз по схилу дорівнює різниці двох сил:

$$F_{çì} = mg\sin\alpha - fmg\cos\alpha \qquad (1)$$

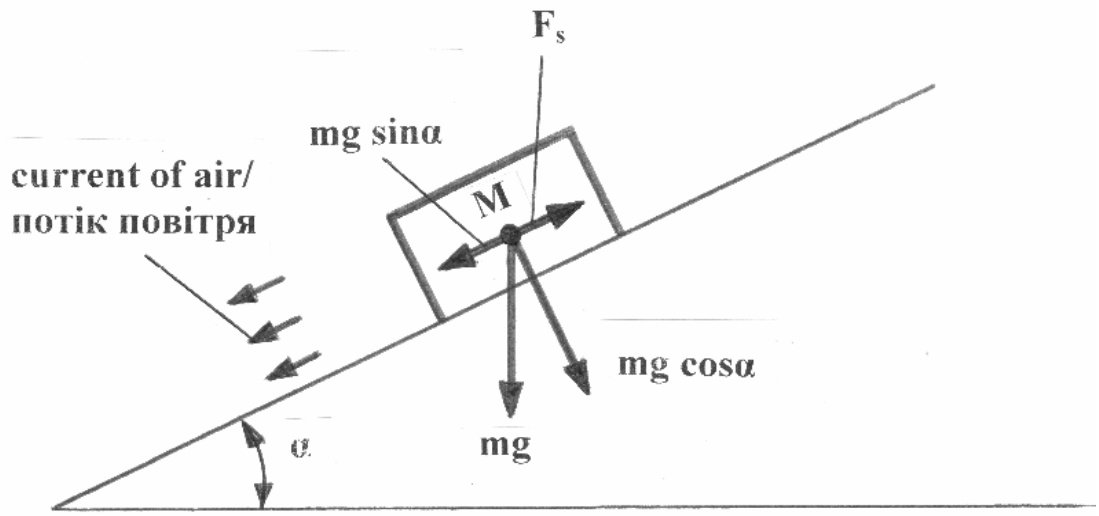


Fig. 2 – Scheme of forces which operates on aggregate on a slope /
Схема сил, що діють на агрегат на схилі

To prevent to displacement of aggregate downward on a slope, it is necessary to create force F_s, which is opposite by direction and even by the value to force $F_{зм}$.

As for the decision of this task we offer a device as two airscrews, so opposite to force $F_{зм}$ here will be tractive force $P_{гв}$ of airscrew, which is determined by the formula:

Щоб запобігти зміщенню агрегату вниз по схилу, необхідно створити силу F_s, протилежну за напрямком і рівну за величиною силі $F_{зм}$.

Оскільки для вирішення цієї задачі нами запропонований пристрій у вигляді двох повітряних гвинтів, то протилежною до сили $F_{зм}$ тут буде сила тяги $P_{гв}$ повітряного гвинта, яка визначається за формулою:

$$F_s = P_{ãâ} = \alpha_{ãâ}\rho n^2 D^4, \qquad (2)$$

where $\alpha_{гв}$ - coefficient of tractive force which depends of the form of screw,
ρ - air density,
n - frequency of revolution of airscrew,
D - diameter of airscrew.

Take on optimum values *of* $\alpha_{гв} \approx 0.8$, $\rho \approx 1.3$ kg/m^3, $D \approx 0.5$ m. Of the value *of n* depends value of kinematics index $\lambda = \omega R/V = \pi n R/30V$, or $n = 30\lambda V/\pi R$, where *V* - speed of movement of aggregate, *R* - radius of airscrew.

Equating formulas (1) and (2), taking into account $P_{гв}/2$ (*we* have two airscrews) and, putting *n*, after certain transformations will get:

де $\alpha_{гв}$ – коефіцієнт сили тяги, що залежить від форми гвинта,
ρ – густина повітря,
n – частота обертання повітряного гвинта,
D – діаметр повітряного гвинта.

Приймаємо оптимальні значення $\alpha_{гв} \approx 0{,}8$, $\rho \approx 1{,}3$ кг/м^3, $D \approx 0{,}5$ м. Від значення *n* залежить значення кінематичного показника $\lambda = \omega R/V = \pi n R/30V$, або $n = 30\lambda V/\pi R$, де *V* – швидкість руху агрегату, *R* – радіус повітряного гвинта.

Прирівнюючи формули (1) і (2), з врахуванням $P_{гв}/2$ (маємо два повітряних гвинти) і, підставляючи *n*, після певних перетворень отримаємо:

$$\lambda \approx \sqrt{\frac{mg(\sin\alpha - f\cos\alpha)}{700\alpha_{ãâ}\rho V^2 R^2}}. \qquad (3)$$

We accept the most optimum for all small aggregates speed of movement $V \approx 0.4$ m/s.

Graph of dependence *λ of α* for small aggregates with different mass given on Fig. 3. This dependence has curvilinear character.

Most interest for the case examined here have a

Приймаємо найбільш оптимальну для всіх малогабаритних агрегатів швидкість руху $V \approx 0{,}4$ м/с.

Графік залежності *λ* від *α* для малогабаритних агрегатів з різною масою поданий на рис. 3. Дана залежність має криволінійний характер.

Найбільший інтерес для розглядуваного тут

small aggregates as a motoblock with agricultural instruments (ground milling cutter) by mass approximately of 150 kg and 100 kg.

By the work on slopes with steepness of 10° it is necessary to set for these aggregates acceptable from the technical point of view λ, accordingly $\lambda \approx 4.7$ and $\lambda \approx 3.8$.

випадку мають малогабаритні агрегати у вигляді мотоблока з сільськогосподарським знаряддям (ґрунтова фреза) масою приблизно 150 кг і 100 кг.

При роботі на схилах крутістю 10° даним агрегатам необхідно задати прийнятне з технічної точки зору λ, відповідно $\lambda \approx 4{,}7$ і $\lambda \approx 3{,}8$.

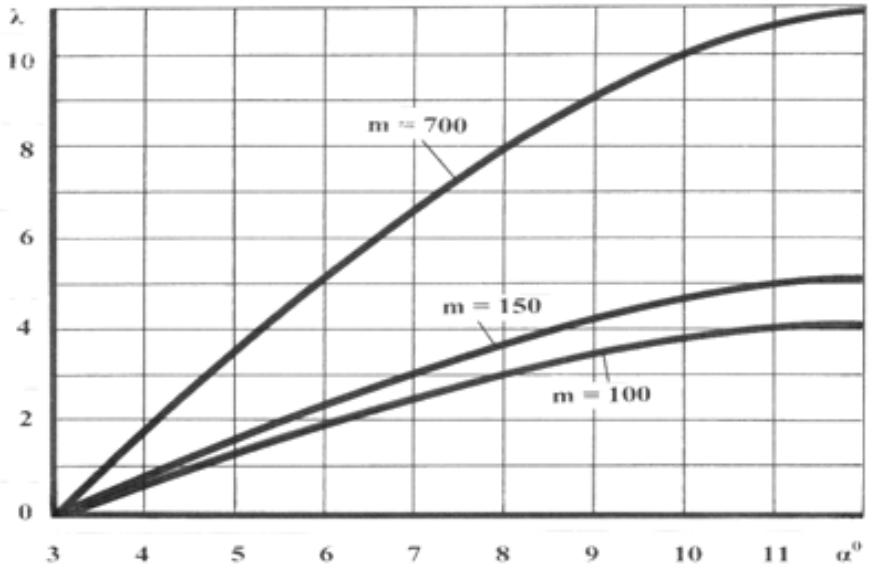


Fig. 3 – Graph of dependence of kinematics parameter λ of the steepness of slope α by different mass m (kg) of small aggregate/
Графік залежності кінематичного параметра λ від крутості схилу α при різній масі m (кг) малогабаритного агрегату

Will define power N, which is consumption on the rotation of airscrew, by the formula:

Визначимо потужність N, що витрачається на обертання повітряного гвинта, за формулою:

$$N = \beta_{\text{гв}} \rho n^3 D^5, \quad (4)$$

where $\beta_{\text{гв}}$ - power-factor (≈1).

For $\alpha = 12°$ and $n \approx 1500$ rpm, we get N = 770 W ≈ 0.8 kW. For two airscrews we have $2 \cdot N \approx 1.6$ kW. For example, power of the known motoblock «Artaniya» is 3.7 kW, i. e. remains approximately 2 kW, that is sufficient for conduct of certain operation (for example, cultivating).

The great value has definition of physical force which expends the operator for achievement of course stability of the unit - motoblock with a milling cutter - with the stabilizing device and without it.

On fig. 4 dependence of value of force which expends the operator on operation of the unit are presented.

The analysis of graphs shows that by increase of a slope the force which try to displace the unit downhill increases and therefore the operator, who operates the unit, must increase also the force value on control handles of the motoblock.

By work of the unit without the stabilizing device on a slope of steepness to 12° operator must expends t he force to 100 N, that is impermissible in accordance with safety precautions. Increase of the force with increase of the steepness of a slope is caused by the natural reasons as with increase of slope the cross component of mass of the unit which try to displace it downhill increases also.

Reduction of necessary force of operator is observed by work of the unit with the stabilizing device.

The given device allows to stabilize a movement direction and to raise stability of the unit on slopes, and also to correct this direction in case of its breaking.

де $\beta_{\text{гв}}$ – коефіцієнт потужності (≈1).

Для $\alpha = 12°$ і $n \approx 1500$ хв$^{-1}$, отримуємо $N \approx 770$ Вт ≈ 0,8 кВт. Для двох повітряних гвинтів маємо $2 \cdot N \approx$ 1,6 кВт. Наприклад, потужність відомого мотоблока «Артания» становить 3,7 кВт, тобто залишається приблизно 2 кВт, що є достатнім для проведення певної операції (наприклад, культивація).

Важливе значення має визначення фізичної сили, яку прикладає оператор для досягнення курсової стійкості агрегату - мотоблок з ґрунтовою фрезою – з стабілізуючим пристроєм і без нього.

На рис. 4 подані залежності величини сили, яку прикладає оператор по управлінню агрегатом.

Аналіз графіків показує, що при збільшенні кута схилу сила, що намагається змістити агрегат вниз по схилу, збільшується і тому оператору, що управляє агрегатом, доводиться також збільшувати величину сили на рукоятках управління мотоблока.

При роботі агрегату без наявності стабілізуючого пристрою на схилі крутизною до 12° оператору доводиться прикладати силу до 100 Н, що недопустимо згідно техніки безпеки. Збільшення сили з збільшенням крутості схилу викликано природними причинами, оскільки з збільшенням схилу зростає також бокова складова маси агрегату, яка намагається змістити його вниз по схилу.

Зменшення необхідної сили оператора спостерігається при роботі агрегату з стабілізуючим пристроєм.

Даний пристрій дозволяє стабілізувати напрямок руху і підвищити стійкість агрегату на схилах, а також коректувати цей напрямок у разі його порушення.

Therefore the greatest force of operator, approximately of 40 N, which is applied only on slopes of 12°, is necessary in certain cases only.

At the same time the force, approximately of 100 N, by work without the stabilizing device it is necessary to apply often and it can't be exchanged with anything.

Тому найбільша сила оператора, приблизно 40 Н, що має місце лише на схилі 12°, необхідна тільки в певних випадках.

В той же час, силу оператора, приблизно в 100 Н, при роботі без стабілізуючого пристрою необхідно застосовувати часто і її не можна нічим замінити.

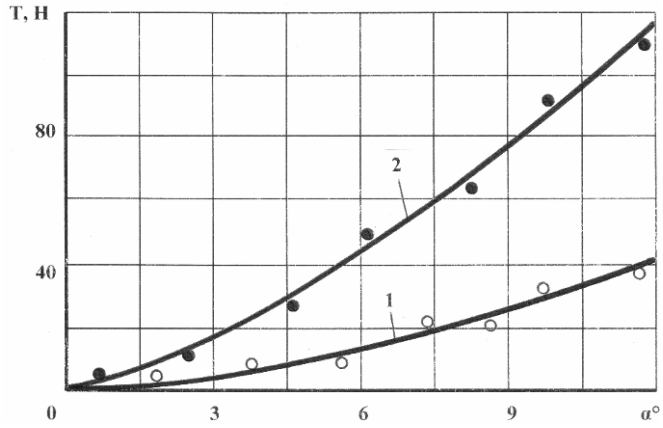


Fig. 4 – *G*raph of dependence of the force *T* on operation of the unit - motoblock with a milling cutter - of an angle of a slope *α*: 1 - with stabilizing device; 2 – without stabilizing device/
Графік залежності сили Т по управлінню агрегатом – мотоблок з ґрунтовою фрезою – від кута схилу α: 1 – з стабілізуючим пристроєм; 2 – без стабілізуючого пристрою

Fig. 5 – Motoblock with an airscrew with a milling cutter /
Мотоблок з повітряним гвинтом з ґрунтовою фрезою

CONCLUSIONS

Resulted higher analysis of work of stabilizing device with propellers to the motoblock by work on slopes allows to define a kinematics index, necessary tractive force and power of airscrew for prevention of slipping of small aggregate by work on slopes, dependence of the force on operation of the unit - the motoblock with a milling cutter - of an angle of a slope with stabilizing device and without it.

The method of calculation is conducted can be used as a separate method for calculations and as basis for subsequent researches of work of all aggregate.

ВИСНОВКИ

Наведений вище аналіз роботи стабілізуючого пропелерного пристрою до мотоблока при роботі на схилах дозволяє визначити кінематичний показник, необхідну силу тяги і потужність повітряного гвинта для запобігання сповзання малогабаритного агрегату при роботі на схилах, залежність сили по управлінню агрегатом – мотоблок з ґрунтовою фрезою – від кута схилу з стабілізуючим пристроєм і без нього.

Приведена методика розрахунку може бути використана як окрема методика для проведення розрахунків і як основа для подальших досліджень роботи всього агрегату.

REFERENCES

[1]. Blyum Y.B. and others (2010) - *Newest technologies of bioenergyconversion*, Agrar Media Group, 326 pg., ISBN 978-966-2424-13-3, Kiev;

[2]. Mocanu V., Hermenean I. (2010) – *Experimental of researches concerning dynamics and energetic of two-wheel tractor – mover system*, INMATEH: Agricultural of engineering, ISSN 2068-4215, vol. 31, no. 2, pg. 90-95, Bucharest;

[3]. Prishlyak V.M. (2005) – *Research of interaction on the slopes of stabilizing surfaces and soil*, Scientific bulletin NAU, ISBN 966-95105-6-2, № 92/2, c. 61-65, Kiev;

[4]. Usenko M.V. (2000) – *Definition of forces operating on a disk which is plunged in soil*, Scientific bulletin NAU, ISBN 966-95105-6-2 № 33, pg. 318-323, Kiev;

[5]. Usenko M.V. (2008) – *Research of interaction with soil of disk of stabilizing device by work on slopes*, Scientific collection «Mechanization and electrification of agriculture», NNC «IMESG», ISSN 0202-1927, № 92, pg. 133-139, Glevakha;

[6]. Usenko M.V. (2010) – *To the question of stability of motoblock by work on slopes*, Scientific collection

БІБЛІОГРАФІЯ

[1]. Блюм Я.Б. та ін. (2010) – *Новітні технології біоенергоконверсії, Аграр Медіа Груп, 326 с., ISBN 978-966-2424-13-3, Київ;*

[2]. Mocanu V., Hermenean I. (2010) – *Experimental researches concerning dynamics and energetic of two-wheel tractor – mover system, INMATEH: Agricultural engineering, ISSN 2068-4215, vol. 31, no. 2, pg. 90-95, Bucharest;*

[3]. Пришляк В.М. (2005) – *Дослідження взаємодії на схилах стабілізуючих поверхонь та ґрунту, Науковий вісник НАУ, ISBN 966-95105-6-2, № 92/2, с. 61-65, Київ;*

[4]. Усенко М.В. (2000) – *Определение сил, действующих на диск, погруженный в почву, Науковий вісник НАУ, ISBN 966-95105-6-2, № 33, с. 318-323, Київ;*

[5]. Усенко М.В. (2008) – *Дослідження взаємодії з ґрунтом диска стабілізуючого пристрою при роботі на схилах, Міжвід. темат. наук. збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства», ННЦ «ІМЕСГ», ISSN 0202-1927, № 92, с. 133-139, Глеваха;*

[6]. Усенко М.В. (2010) – *До питання стійкості мотоблока при роботі на схилах, Міжвід. темат.*

«Mechanization and electrification of agriculture», NNC «IMESG», ISSN 0202-1927, № 94, pg. 294-298, Glevakha;
[7]. Zaligin O.G. and others (2000) – *Small mechanization in households and farmer economies*, Harvest, 368 pg., ISBN 5-337-01683-0, Kiev.

наук. збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства», ННЦ «ІМЕСГ», ISSN 0202-1927, № 94, с. 294-298, Глеваха;
[7]. Залигин О.Г. и др. (2000) – *Малая механизация в приусадебном и фермерском хозяйствах, Урожай, 368 с., ISBN 5-337-01683-0, Киев.*

MODELING THE GEOMETRICAL PARAMETERS OF THE EQUIPMENT EXPLANT 500 ACTIVE BODY FOR SOIL PROCESSING

MODELAREA PARAMETRILOR GEOMETRICI AI ORGANULUI ACTIV DE LUCRAT SOLUL AL ECHIPAMENTULUI EXPLANT 500

Ph.D. Stud. Eng. Nagy M.[1)], Ph.D. Stud. Eng. Coța C.[1)], Ph.D. Eng. Cioica N.[1)], Ph.D. Eng. Fechete L.[2)]
[1)]INMA Bucharest-Cluj Napoca Branch, [2)]Technical University Cluj-Napoca
Te l / fax: 0264-418162, nagy@inma.ro

Abstract: *The EXPLANT 500 equipment is designed to the extraction of plants whose root is surrounded by a soil pack (root ball) for being replanted. The active body for the soil works –the hoe is an important part of the machine directly influencing the quality of work performed.*

The parametric study presents the behavior of the working tool and the tensions state of this model enabling the choice of an optimal value for the thickness parameter.

Keywords: *Tool geometry, safety factor, optimization parameter*

INTRODUCTION

To obtain an appropriate quality planting material, in terms of economic efficiency, in nurseries are running a series of crop maintenance works. An important part, in terms of man labour use, within the technologies in nurseries, the seedlings removing works, for transplantation or delivery them for planting plays an important role. In this context it was performed EXPLANT 500 equipment for the extraction of the planting material with root ball.

The machine is equipped with three active bodies-hoes providing the cutting down of the soil bale to the sizes established by agro-technical conditions. [5]. To benefit from quality work is necessary to know both the tool and soil characteristics and the size and the way of interactions between tool and soil.

The objective of this paper is to present a simple method based on the finite static elements analysis [1][2][3] for a proper design of the working soil active tool that endows EXPLAIN 500 equipment.

MATERIALS AND METHOD

The starting geometric shape is shown in Figure 1 and is imposed by requirements on the shape and size of the soil bale. Thus the 3-digging-active bodies(hoes) need to carry out a bale of truncated cone shape with a height of 50 cm [5]. With the application package CosmosXpress[4] was created a simplified model of statistical analysis with finite elements based on the geometric model (Fig. 2).

Rezumat: *Echipamentul Explant 500 este destinat extragerii plantelor cu balot de pamant la radacina in vederea transplantarii acestora. Organul activ de lucrat solul-sapa este o parte importanta a masinii influentand direct calitatea lucrarii efectuate.*

Studiul parametric realizat prezinta comportarea sculei in lucru si starea de tensiuni din model facand posibila alegerea valorii optime pentru parametrul grosime.

Cuvinte cheie: *Geometria sculei, factor de siguranta, optimizare parametru*

INTRODUCERE

Pentru obtinerea unui material saditor de calitate corespunzatoare, in conditii de eficienta economica, in pepinierele amenajate se executa o serie de lucrari de intretinere a culturilor. O pondere importanta, sub aspectul consumului de manopera, in cadrul tehnologiilor de lucru din pepiniere, o au lucrarile de scoatere a materialului saditor, in vederea transplantarii acestuia sau a livrarii in vederea plantarii. In acest context s-a realizat echipamentul EXPLANT 500 destinat extragerii materialului saditor cu balot de pamant la radacina.

Echipamentul este prevazut cu 3 organe active –sape ce asigura taierea balotului de pamant la dimensiunile stabilite de conditiile agrotehnice [5]. Pentru a beneficia de o lucrare de calitate este necesar sa cunoastem atat caracteristicile solului si ale sculei cat si marimea si felul interactiunilor intre scula si sol.

Obiectivul acestei lucrari este sa prezinte o metoda simpla, bazata pe analiza statica cu elemente finite[1][2][3] pentru o proiectare corecta a sculei active de lucrat solul ce echipeaza masina EXPLANT 500.

MATERIALE ŞI METODA

Forma geometrica de la care s-a plecat este prezentata in fig.1 si este impusa de cerintele privind forma si dimensiunile balotului de pamant. Astfel cele 3 organe active-sape- trebuie sa realizeze un balot de forma tronconica cu o inaltime de 50 cm [5]. Cu ajutorul pachetului de aplicatii CosmosXpress [4]a fost creat un model simplificat de analiza statistica cu elemente finite bazat pe modelul geometric (fig.2).

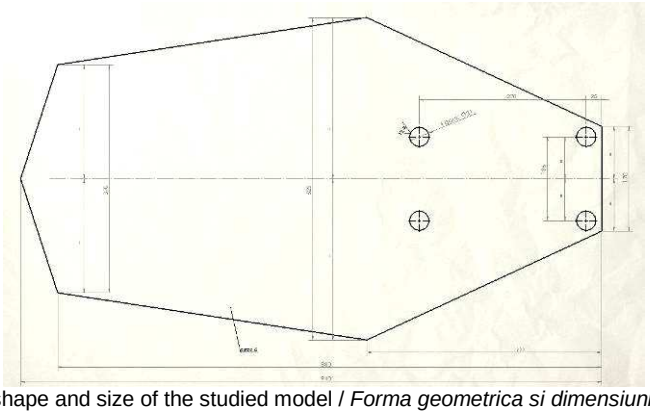


Fig. 1 - Geometric shape and size of the studied model / *Forma geometrica si dimensiunile modelului studiat*

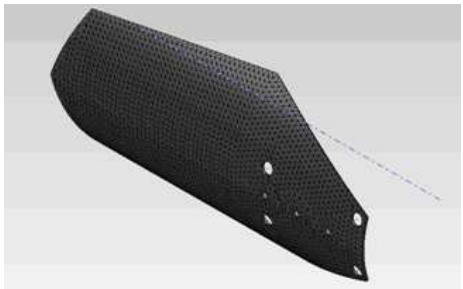


Fig. 2 - The static analysis model with finite element / *Modelul de analiza statica cu element finit*

Using a linear static analysis we have assumed that the tool material behaves linearly in accordance with the Hooke law; and the load force is applied slowly in order to ignore dynamic effects. The material chosen is OL 50 (E295) with a tensile strenght between 470-610 N/mm^2[6]. The model was developed with the help of 24840 nodes, 12133 regular tetrahedral elements with the size of 12.183 mm [4]. The material properties were assigned similar to an isotropic steel with modulus of elasticity $2.1e^{+011} N/m^2$, Poisson's ratio 0.28, $7.9e^{+010}$ N/m^2 modulus of shearing, and a mass density of 7800 kg/m^3.

The model has embedded nodes corresponding to the mounting surface of the tool (Figure 3, a). The tool stress was chosen similar to the soil penetration resistance value determined at a depth of 40-50 cm, according to the report of experiments in laboratory - field conditions of the equipment EXPLANT 500. (fig.3, b) the force applied being of14 121 N, and being distributed on the surfaces that come in contact with the soil [5].

Utilizand o analiza liniara statica am presupus ca materialul sculei se comporta elastic liniar in conformitate cu legea lui Hooke, iar forta de incarcare se aplica lent pentru a putea ignora efectele dinamice.Materialul ales este OL 50 (E295) cu o rezistenta la rupere cuprinsa intre 470-610 N/mm^2 [6] Modelul a fost realizat cu ajutorul a 24840 noduri, 12133 elemente de forma tetraedrica regulata cu dimensiunea de 12.183 mm [4]. Proprietatile materialului au fost atribuite similar cu ale unui otel izotrop cu modul de elasticitate $2.1e^{+011} N/m^2$, coeficientul lui Poisson 0.28, modulul de elasticitate transversala $7.9e^{+010}$ N/m^2 şi o densitate de masa de 7800 kg/m^3.

Modelul are incastrate nodurile corespunzatoare suprafetei de prindere a sculei (fig 3, a). Solicitarea sculei a fost aleasa la valoarea rezistentei la penetrare a solului determinata la adancimea de 40- 50 cm, conform raportului de experimentare in conditii de laborator-camp a echipamentului EXPLANT 500. (fig.3,b), forta aplicata fiind de 14121 N, si fiind distribuita pe suprafetele ce intra in contact cu solul [5].

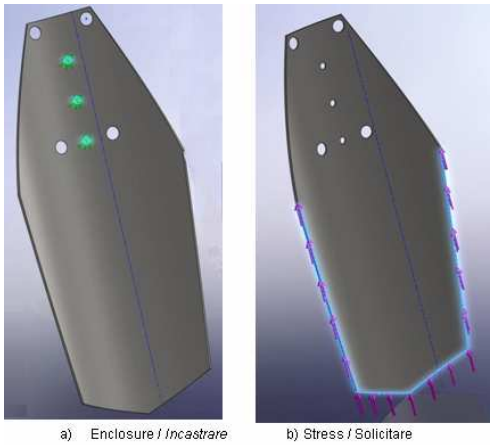


Fig. 3 - Fixing and loading the active tool for working the soil **/** *Fixarea si incarcarea sculei active de lucrat solului*

Considering the so far data a stress and deformation analysis of tool has been performed at different thickness, respectively 4 to 5, 6, 7 and 8 mm, highlighting the critical safety factor <1 and location of tension, the reactions and strains in the tool.

RESULTS

Following analysis of the equipment active tool strains and loading was obtained the critical area with safety factor(FOS) <1 in the cases studied, according to table 1 and figure 4. Thus, for a 5 mm thickness we note a large critical area, located mainly around the mounting holes of the tool,the top and bottom holes, the mounting hole in the middle beeing less stressed. For thicknesses of 6, 7, 8 mm, position of critical area is the same, but its surface is much reduced. Note that the differences between the size of the critcal area for 5 and 6 mm thicknesses are very large, while for the thickness 6, 7, 8 mm they are very small, almost negligible.

Luand in considerare datele de pana acum a fost efectuata o analiza a tensiunilor si deformatiilor in cadrul sculei la 4 grosimi diferite respectiv 5, 6, 7 si 8 mm, evidentiindu-se zona critica cu factor de siguranta <1si localizarea tensiunilor, reactiunilor si deformatiilor in cadrul sculei.

REZULTATE

In urma analizei constrangerii si incarcarii sculei active a echipamentului EXPLANT 500 s-a obtinut zona critica cu factorul de siguranta (FOS) < 1in cazurile studiate, conform tabelului 1 şi figurii 4. Astfel pentru grosimea de 5 mm se observa o zona critica mare, amplasata mai ales in jurul gaurilor de fixare a sculei de sus si de jos, cea din mijloc fiind mult mai putin solicitata. Pentru grosimile de 6, 7, 8 mm pozitionarea zonei critice este aceasi dar suprafata ei este mult redusa. Se observa ca diferentele intre dimensiunea zonei critice in cazul grosimilor de 5 si 6 mm sunt foarte mari, in timp ce pentru grosimile 6, 7, 8 mm sunt foarte mici aproape neglijabile.

Table 1/ *Tabel 1*

***Safety factor and stress variation* / Variatia factorului de siguranta si a tensiunilor**

Name / *Denumire*	**Value / *Valoare***			
Tool thickness, mm / *Grosimea sculei, mm*	5	6	7	8
Safety factor (FOS) / *Factor de siguranta (FOS)*	0.286677 / *0,286677*	0.398611 / *0,398611*	0.51495 / *0,51495*	0.621078 / *0,621078*
Stress max. Von Mises, N/m^2 / *Tensiunea max. Von Mises, N/m^2*	$7.68888e^{+008}$ / *$7,68888e^{+008}$*	$4.26472e^{+008}$ / *$4,26472e^{+008}$*	$3.87858e^{+008}$ / *$3,87858e^{+008}$*	$3.52154e^{+008}$ / *$3,52154e^{+008}$*
Max resultant displacement / *Deplasarea rezultanta max., mm*	7.31128 / *7,31128*	3.5616 / *3,5616*	3.08217 / *3,08217*	2.67373 / *2,67373*

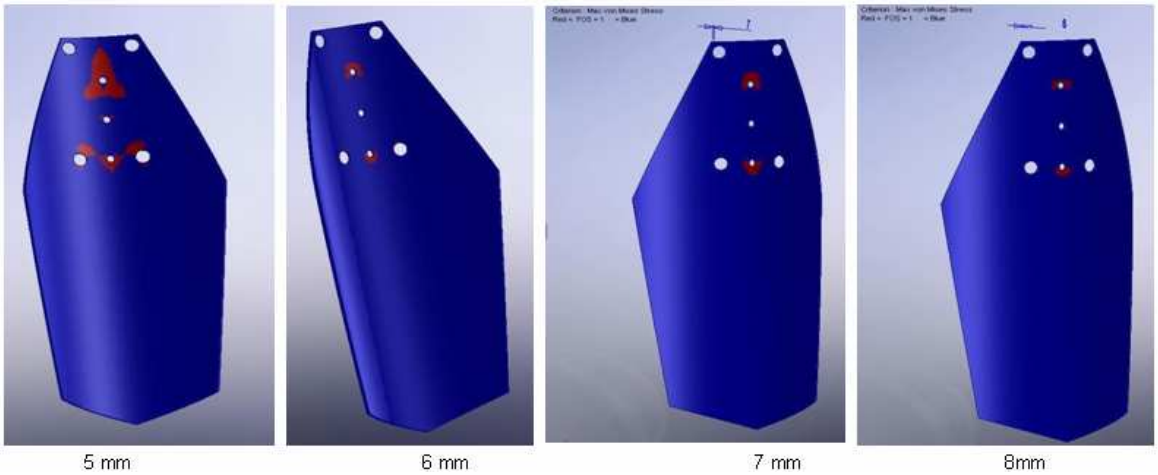


Fig. 4 - Critical area according to the FOS for the cases studied (red <FOS <blue) **/**
Zona critica in functie de FOS pentru cazurile studiate (rosu<FOS<albastru)

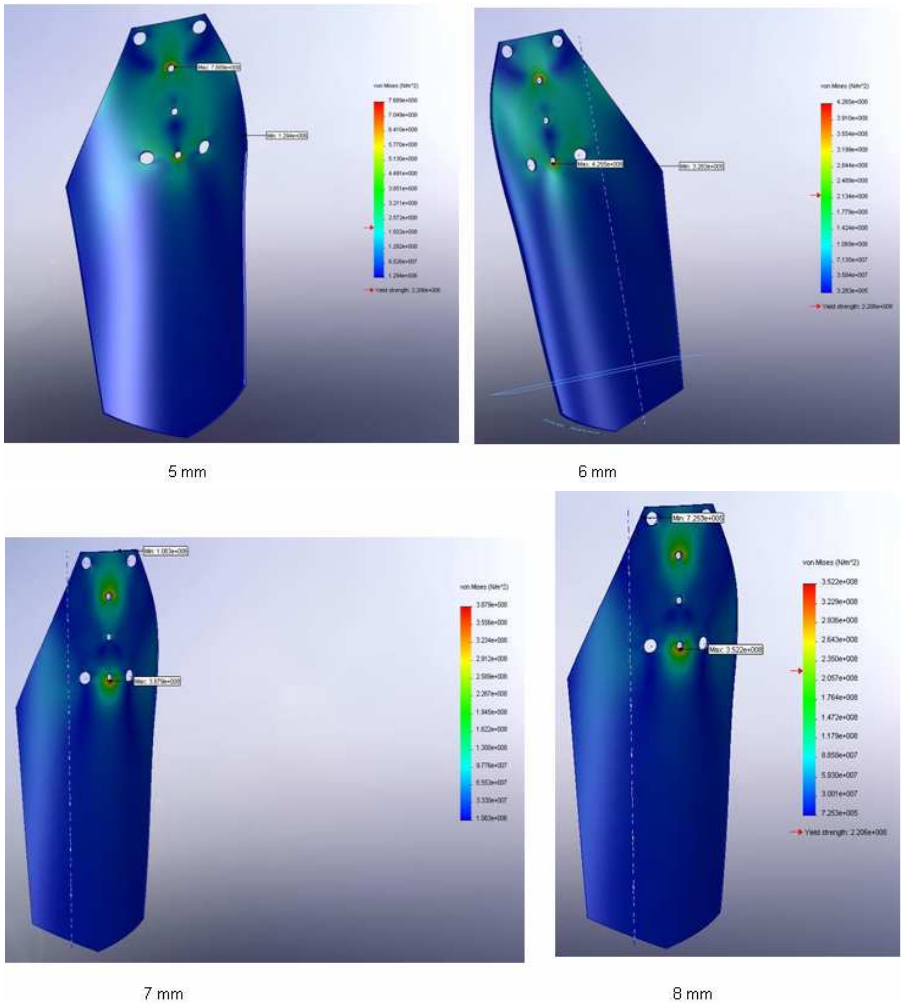
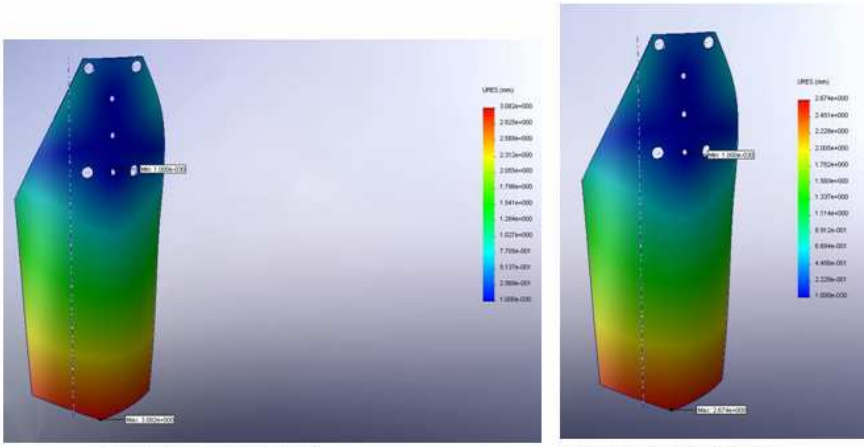


Fig. 5 - Von Mises stress location and value of the tool surface /
Localizarea si valoarea tensiunilor Von Mises pe suprafata scule



thickness 7 mm / *grosime 7 mm* thickness 8mm / *grosime 8 mm*

Fig. 6 - Location and the maximum value of the tool / *Localizarea si valoarea deplasarilor maxime ale sculei*

This observation is valid for tensions and deformations, too. Note that with increasing thickness of the tool increases the safety factor and reduces the critical area (red in Figure 4). For the above values, locating tensions and deformations in the tool can be seen in Figures 5 and 6.

Considering the data presented above, it results in choosing the optimum thickness of active tool to work the soil in accordance with the criteria imposed, respectively minimizing stress and the maximum displacements.

RESULTS

In case of tillage tools, as is the case with active tool of equipment EXPLAIN 500, the utilization of low quality materials or unappropriate constructive parameters, lead to a rapid wear and thus to worsening agrotechnical parameters required and increase maintenance costs.

Also, when using materials with very good performance or application of a very complex design can lead to products that are not economically feasible through high- tool wear in the work of soil tillage.

Using the method presented above we can determine the optimal design stage for tool parameters taking into account both functional criteria and the cost of achieving this.

The results confirm the choice of material OL 50, and indicate as the optimum thickness the 6 mm thickness to provide a reduced critical area and a properly safety factor.

REFERENCES

[1]. Ros V., Smith R.J., Marley S.J., Erbach D.C., (1995) - *Mathematical Modeling and Computer-Aided Design of Passive Tillage Tools*. Transactions of the ASAE.38(3):675-683;

[2]. William B.J.Z., (2004) *Process Modelling and Simulation With Finite Element Methods (Series on Stability, Vibration and Control of Systems),* World Scientific Publishing;

[3]. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., (2000) - *The Finite Element Method*, Volume 1-2, Butterworth-Heinemann,5th Edition;

[4] www.kxcad.net/SolidWorks/COSMOSXpress;

[5]. ***2009 - "*Improving technology and new product development, competitive for mechanization in horticultural nurseries and arboretum material production*", Research contract 15N / 27.02.2009;

[6]***Iron and steel, (Standards and commentary), Tehnica Publishing House, Bucharest.

Aceasta observatie este valabila si pentru valorile tensiunilor si a deformatiilor. Se observa ca odata cu cresterea grosimii sculei creste si factorul de siguranta si se micsoreaza zona critica (rosu pe fig.4). Pentru valorile de mai sus, localizarea tensiunilor si a deformatiilor in cadrul sculei se poate observa in figurile 5 si 6.

Luand in considerare datele prezentate mai sus, rezulta posibilitatea alegerii unei grosimi optime a sculei active de lucrat solul in concordanta cu criteriile impuse, respectiv cu minimizarea tensiunilor si a deplasarilor maxime.

CONCLUZII

In cazul realizarii sculelor de prelucrare a solului , cum este si cazul sculei active a echipamentului EXPLANT 500, utilizarea unor materiale cu o calitate scazuta sau o unor parametric constructivi improprii , conduc la o uzura rapida si prin aceasta la inrautatirea parametrilor agrotehnici necesari si la cresterea costurilor de intretinere.

Deasemenea, in cazul utilizarii unor materiale cu performante foarte bune sau aplicarea unui design foarte complex poate duce la produse ce nu sunt fezabile economic prin viteza de uzare mare a sculelor in cadrul lucrarilor de prelucrare a solului.

Utilizand metoda prezentata se poate stabili din faza de proiectare designul optim pentru parametrii sculei avand in vedere atat criteriile functionale cat si cele privind costurile de realizare a acesteia.

Rezultatele obtinute confirma alegerea materialului OL 50, si indica ca si grosime optima grosimea de 6 mm pentru asigurarea unei zone critice mici si a unui factor de siguranta corespunzator.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Ros V., Smith R.J., Marley S.J., Erbach D.C., (1995) - *Modelarea matematică şi proiectarea asistată de calculator a cuțitului cultivatorului în vederea prelucrării solului Tranzacții de ASAE.38 (3) :675-683;*

[2]. William, B.J.Z., (2004) - *Modelarea procesului de simulare şi metodele elementului finit (Seria de Stabilitate, vibrații şi control a sistemelor)*, Lumea Publicarii Ştiințifică;

[3]. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., (2000) - Metoda elementului finit, Volumul 1-2, Butterworth-Heinemann, Ediția a 5-a;

[4] www.kxcad.net/SolidWorks/COSMOSXpress;

[5]. ***2009 - "*Perfectionarea tehnologiei si dezvoltarea unui produs nou, competitiv, pentru mecanizarea lucrarilor in pepinierele horticole si de producere a materialului dendrologic*", Contract de cercetare 15N / 27.02.2009;

[6]***Fonte si oteluri,(Standarde şi comentarii), Ed Tehnica, Bucuresti.

FEATURES OF TECHNOLOGY FOR GROWING TOMATOES AND EGGPLANTS IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТОВ И БАКЛАЖАНОВ В РЕСПУБЛИКЕ АЗЕРБАЙДЖАН

Dos. Ph.D. Aliyev Ch.
Azerbaijan Scientific Research institute of Forages, Meadows and Pastures
Tel: (99450) 3496300, Email: chingiz.aliyev@yahoo.com

Abstract: *The results of production testing of modern technologies of cultivation of these crops have shown that timely and high-performance execution of agro technical requirements makes it possible to obtain 35.5 tons / ha of tomatoes and 31.2 t/ha of eggplant, which reduces the laboriousness by 1.8. Economical effect from applying such technology was 1505 AZN (about 2100 USD) from 1 ha.*

Therefore, main factors having impact to formation of high harvest of tomatoes and eggplants are: sort, quality of main and pre-seeding soils, correct application of organic fertilizers, timely maintenance. Substantially laboriousness of the processes is reducing due to using more productive machines during landfall, applying chemical and mechanical combat methods with weeds and due to mechanization of harvesting.

Key words: *plant, tomato, eggplant, technique, technology, productivity, efficiency*

INTRODUCTION

In Azerbaijan cultures of tomato and eggplant due to the crop area and total yield of product are in the first and third place among the other vegetables.

Their share in the crop pattern is 20-50%, in a total harvest of vegetables - 50%, in the blanks - 22.1%. The volume of production of vegetables reached 1178.6 thousand tons on the area of 82.0 thousand hectares [1, 2].

Tomato and eggplant cultures are characterized by significant regional differences in technology, productivity and labor costs on 1.0 centner of products. In the farms of the southern zone of the country higher yield and labor productivity are common, production costs are lower than in the northern zone of the country. In the southern regions by selecting varieties and applying various cultivation technologies tomatoes and eggplants come from the open ground for three to four months.

To meet the full needs of the population in tomatoes and eggplants and of canning industry in the raw material to be more than 1.5 fold increase in the production of the yields of these cultures.

The solution of this problem requires more space, a significant increase in productivity and the introduction of technology-based methods of industrial production based on the comprehensive mechanization of all processes.

Key elements of cultivation of tomatoes and eggplants, complex machines to carry them out in different regions of the country are different.

These crops are cultivated in regions on a flat surface and on the crests, seedling method and sowing seeds in soil, in an open ground and under temporary shelters film.

Existing technology is very labor-intensive crop cultivation, many operations are performed manually. Therefore, mechanization of cultivation of tomatoes and eggplant is now paid very much attention.

Резюме: *Результаты производственной проверки современной технологии возделывания этих культур показали, что своевременное и высококачественное выполнение агротехнических требований дает возможность получать 35,5 т/га томатов и 31,2 т/га баклажанов, что снижает трудоемкость в 1,8 раза . Экономический эффект от внедрения такой технологии составил 1505 AZN с 1 га.*

Следовательно, основными факторами, влияющими на формирование высокого урожая томатов и баклажанов, являются: сорт, качество основных и предпосевных почв, правильное применение минеральных удобрений, своевременный уход. В значительной степени трудоемкость процессов снижается благодаря использованию более производительных машин на посадке, применению химических и механических способов борьбы с сорняками и механизации уборки урожая.

Ключевые слова: *растение, помидор, баклажан, техника, технология, продуктивность, эффективность*

ВВЕДЕНИЕ

В Азербайджане культуры томата и баклажана по площади посева и валовому сбору продукции занимают первое и третье место среди других овощных растений.

Их удельный вес в структуре посевных площадей составляет 20-50%, в валовом сборе овощей 50% и в составе заготовок 22,1%. Объем производства овощных культур достигает 1178,6 тыс.т. на площади 82 тыс.га.[1, 2].

Для культуры томата и баклажана характерны значительные региональные различия в технологии, урожайности и затратах труда на 1ц продукции. В фермерских хозяйствах южной зоны страны выше урожайность и производительность труда, ниже себестоимость продукции, чем в северной зоне республики. В южных регионах путем подбора сортов и применения различных технологий возделывания томаты и баклажаны поступают из открытого грунта в течение трех-четырех месяцев.

Для удовлетворения полной потребности населения в томатах и баклажанах и консервной промышленности в сырье предстоит более чем в 1,5 раза увеличить производство плодов этих культур.

Решение поставленной задачи требует увеличения площадей, значительного повышения урожайности и внедрения технологии, основанной на методах промышленного производства на основе комплексной механизации всех процессов.

Основные элементы возделывания томатов и баклажанов, комплексы машин для их выполнения в различных регионах республики различны.

Эти культуры в условиях регионов возделывают на ровной поверхности и на гребнях, рассадным способом и посевом семян в грунт, в открытом грунте и под временными пленочными укрытиями.

Существующая технология возделывания культуры очень трудоемка, многие операции выполняются вручную. Поэтому механизации возделывания томатов и баклажанов в настоящее время уделяется очень большое внимание.

Operations of primary tillage, of adding fertilizers, chemicals, material handling and transportation work for sowing and planting of tomato and eggplant are run by general-purpose machines.

MATERIAL AND METHOD

Soil conditions play an important role during cultivation of vegetable cultures. Every soil type is characterized by a definite set of most important for it properties reflecting entity of soil-creating process [7].

Thus, in each specific soil-climatic zone a productivity of vegetable plants is related with these most important properties.

Biological features of cultivated cultures also are important [4, 6, 8]. ontemporary in growing these crops is the use of machines with working widths of 4.2m and tractors with a base track of 1.4 m.

The scheme of planting (seeding) of tomato 90+50 sm is unified with many cultures. This allows improving the quality of row cultivation and reducing the consumption of working time to change the tractor track and a rearrangement of working machines.

Azerbaijan Scientific Research Institute of Gardening recommends organic-mineral fertilizer biological system, including the introduction of the basic calculation of mineral fertilizers (based on the content of mobile forms of the basic elements in the soil, removal of items with an estimated harvest and crop utilization of fertilizers), in conjunction with plowing to 25 t/ha green mass of sidrates or 25-30 t/ha of manure for crop rotation.

For regions with mineral soils, for example, this would amount for tomatoes N100-120, P60-70, K120-140 and for eggplants - N90-110, P70-80, K140-180. For the most efficient fertilizer use 2/3 of the calculated dose is needed to make under a deep autumn (phosphorus) and spring plowing (nitrogen and potassium), and the 1/3 – to the quality of fertilizing: N40-during the growing season (May-July) and K60- during formation of product bodies.

Seeds of tomatoes and eggplants are more aligned and allow you to apply precision drills, thereby ensuring even distribution of plants in the field, which significantly increases the yield of standard products.

For the seed drill is used NCSA-4.2. It is aggregated with tractor MTZ-89,2, its performance is 2,1-2,9 ha /h.

In Azerbaijan, two sorts of eggplants are zoned-Zahra and Turkan. Both sorts – mid-ripe, they are differ by the form of yields. Sort Turkan is more demanding on the growing conditions.

However, in the country there are zoned four varieties of tomatoes - Elim, Zarrabi, Ilkin and Leila. They are middle-ripe sorts.

To conduct researches they used the seeds of the first class in diameter (more than 1.4 mm of eggplant and 0.9 mm of tomato) and average weight of 1,000 seeds was 4,5-2,8 gr. Soil temperature at depths of 0-10 and 10-20 cm during seed sowing was, respectively, in 2005 - 15^0, in 2006 - 16^0, in 2007 - 14^0. Soil moisture over the years of the study was within 68-75%. The depth of seeding in 2005 was 2.6 sm, 2.8 sm - in 2006, in 2007 - 3.2 sm.

Experiments' bookmark, agro biological, agro technical and technological accountings and monitoring were conducted in compliance with "methodology of field experiment in gardening and melon-growing" [3, 4], "methodology of field experiment" [4, 6].

RESULTS

The difference between these options as total yield and on its standard part was small and was within the limits of

Операции основной и предпосевной обработки почвы, внесения удобрений, ядохимикатов, погрузочно-разгрузочные и транспортные работы на посевах и посадках томата и баклажана выполняются машинами общего назначения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Почвенные условия играют важнейшую роль при возделывании овощных культур. Каждый тип почв характеризуется определенной совокупностью наиболее важных для него свойств, отражающих сущность почвообразовательного процесса [7]. Поэтому, в каждой конкретной почвенно-климатической зоне продуктивность овощных растений связана с этими наиболее важными свойствами. Большое значение имеют также биологические особенности возделываемых культур [4, 6, 8]. овременным при выращивании этих культур является применение системы машин с шириной захвата 4,2м и тракторов с базовой колеей 1,4 m. хема посадки (посев) томата 90+50см унифицирована со многими культурами. Это позволяет улучшить качество междурядных обработок и сократить расход рабочего времени на изменение колеи трактора и перестановку рабочих органов машин.

Аз.НИИ овощеводства рекомендует органо–минерально биологическую систему удобрений, включающую основное внесение расчетных доз минеральных удобрений (основанное на содержании подвижных форм основных элементов в почве, выносе элементов с расчетным урожаем и коэффициентом использования культурой внесенных удобрений) в сочетании с запашкой до 25 т/га зеленой массы сидратов или 25-30 т/га навоза за ротацию севооборота.

Для регионов с минеральными почвами, например, это составит для томатов - N100-120 P60-70 K120-140 и для баклажанов - N90-110 P70-80 K140-180. Для наиболее эффективного использования удобрений 2/3 расчетной дозы нужно вносить под зяблевую (фосфор) и весновспашку (азот и калий) а 1/3- в качество подкормок: N_{40}-в период роста (май-июль) и K_{60}- в период образования продуктовых органов.

Семена томатов и баклажанов более выровнены и дают возможность применять сеялки точного высева, тем самым обеспечивая равномерное размещение растений на поле, что существенно повышает выход стандартной продукции.

Для посева семян применяется сеялка СОНП-4,2. Она агрегатируется с трактором МТЗ-89,2, ее производительность 2,1-2,9 га/ч.

В Азербайджане районированы два сорта баклажанов - Захра и Туркан. Оба сорта – среднеспелые, различаются по форме плодов. Сорт Туркан более требовательно к условиям выращивания.

Однако в республике районирован четыре сорта томатов – Елим, Зарраби, Илькин и Лейла. Они среднеспелые сорта.

Для проведения исследований использовали семена первого класса диаметром (более 1,4 мм баклажан и 0,9 мм томат) и средней массой 1000 семян 4,5-2,8 г. Температура почвы на глубине 0-10 и 10-20 см при высеве семян соответственно: в 2005 г. - 15^0, 2006 г. - 16^0, 2007 г. - 14^0. Влажность почвы по годам исследования находилась в пределах 68-75%. Глубина заделки семян, которая составляла в 2005 г. 2,6 см, 2006 г. 2,8см, 2007 г. 3,2 см.

Закладку опытов, агробиологические, агротехнические и технологические учеты и наблюдения проводили в соответствии с «методикой полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» [3, 4], «методикой полевого опыта» [4, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Разница между этими вариантами как по общей урожайности, так и по ее стандартной части была

experimental error.

Eggplant and tomato seedlings were planted with the field transplanter ANC-6A with tape two-line method according to the scheme (90 + 50) x 30-35 sm, with accommodation for at least 1 ha of 38-42 thousand plants.

In studying the uniformity of the distribution of seedlings with a given step of seeding they determined the number of intervals that need thinning (<30 sm), normally located in a number of shoots (30-50 sm), sparse areas (> 50 sm), which are needed in the planting (table 1).

незначительной и находилась в пределах ошибок опыта.

Рассаду баклажанов и томатов высаживали в поле рассадопосадочными машинами СКН-6А ленточным двухстрочным способом по схеме (90 + 50) х 30-35 см с размещением на 1 га не менее 38-42 тыс. растений.

При изучении равномерности распределения всходов с заданным шагом посева определяли количество интервалов, требующих прореживания (<30 см), нормально расположенных в ряду всходов (30-50 см), изреженных участков (>50 см), которые нуждались в посадке (таблица 1).

Table 1 / Таблица 1

The uniformity of the seedling distribution at a given stage of sowing (average for 2005 - 2007) /
Равномерность распределения всходов при заданном шаге посева(среднее за 2005-2007)

Given stage of sowing / *Заданный шаг посева* [sm]	**Occurrence of intervals / *Встречаемость интервалов* [%]**		
	< 30 sm	**30-50sm**	**>50 sm**
5.0 / *5,0*	90.8 / *90,8*	8.2 / *8,2*	-
7.5 / *7,5*	89.5 / *89,5*	9.8 / *9,8*	0.70 / *0,70*
10.0 / *10,0*	87.6 / *87,6*	11.6 / *11,6*	0.50 / *0,50*
12.5 / *12,5*	85.8 / *85,8*	13.3 / *13,3*	0.90 / *0,90*
15.0 / *15,0*	76.4 / *76,4*	21.3 / *21,3*	2.30 / *2,30*
20.5 / *20,5*	59.7 / *59,7*	34.2 / *34,2*	6.10 / *6,10*

For a given step of planting 5.0 sm and 7.5 sm intervals were mostly thickened. On the versions with the installation steps 10.0 sm and 12.5 sm thickened intervals were noted 87.6% and 85.8%, with normal thickening 11.6% and 13.3%, and a small number of sparse. The highest percentage of sparse intervals is marked on the steps of planting with 15 and 20 sm. The machine provides a straightforward, given the width of the row spacing and high plant survival rate (88-90%). Replacement of the unit production -3.3 ha. The use of ANC-6A allows increasing the productivity by 1.7 times and reducing production costs by 16%. Both cultures are planted in the ground in the first decade of May. Terms of transplanting are each year specified in the farms, taking into account weather conditions. Watering should be carried out during the growing season every 3-5 days. Before fruiting it should water 4-6 times with the norm of 300-350 m3/ha. During the fruiting they water 6-8 times increasing the rate of irrigation - 450-500 m3/ha. Inter-row cultivation of crops and planting of both cultures they carry with cultivator KRN-4,2 after each watering, the first three cultivations is carried out in wide and narrow row spacing, later (after the closure of plant in narrow row spacing) - only in wide row spacing. Crop protection from weeds, pests and diseases should be integrated with crop rotation, mechanical, biological and chemical methods. Only in this case it would be effective.

При заданном шаге посева 5,0 и 7,5 см были преимущественно загущенные. На вариантах с установочными шагами 10,0 и 12,5 см загущенных интервалов отмечено 87,6% и 85,8%, с нормальным загущением 11,6% и 13,3% и незначительное количество изреженных. Наибольший процент изреженных интервалов отмечен на вариантах с шагами посева 15 и 20см. Машина обеспечивает прямолинейность, заданную ширину междурядий и высокую приживаемость растений (88-90%). Сменная выработка агрегата -3,3 га. Применение СКН-6А позволяет повысить производительность труда в 1,7 раза и снизить издержки производства на 16%. Обе культуры высаживают в грунт в начале первой декады мая. Сроки высадки рассады ежегодно уточняются в фермерских хозяйствах с учетом погодных условий. Поливы нужно проводить в течение вегетационного периода через каждые 3-5 дней. До плодоношения дают 4-6 раз полива нормой 300-350 $м^3$/га. В период плодоношения поливают 6-8 раз, увеличивая норму поливов 450-500 $м^3$/га. Междурядную обработку посевов и посадок обеих культур осуществляют культиватором КРН-4,2 после каждого полива, первые три культивации проводят в широких и узких междурядьях, последующие (после смыкания растений в узких междурядьях) – только в широких междурядьях. Защита растений от сорняков, вредителей и болезней должна вестись комплексно с применением севооборотов, механического, биологического и химического методов.

Table 2 / Таблица 2

Yield of tomatoes (1) and eggplants (2), grown under different step of seeding by nonseedling way /
Урожайность томатов (1) и баклажанов (2), выращенных безрассадным способом при различном шаге посева

Step of planting / *Шаг посева, sm*	**Stand density of plants before harvest, thousand pieces/ha / *Густота стояния растений перед уборкой урожая, тысяча штук/ га***		**Harvest . tons/ha** Урожай, тон/га			
			General / *Общий*		**Standard harvest/ *Стандартный урожай***	
	1	2	1	2	1	2
5.0 / *5,0*	41.5 / *41,5*	38.8 / *38,8*	35.5 / *35,5*	31.2 / *31,2*	32.6 / *32,6*	26.9 / *26,9*
7.5 / *7,5*	37.9 / *37,9*	36.8 / *36,8*	32.6 / *32,6*	29.3 / *29,3*	28.3 / *28,3*	25.0 / *25,0*
10.0 / *10,0*	40.2 / *40,2*	39.5 / *39,5*	36.8 / *36,8*	33.6 / *33,6*	32.3 / *32,3*	29.3 / *29,3*
12.5 / *12,5*	38.8 / *38,8*	38.1 / *38,1*	33.3 / *33,3*	32.1 / *32,1*	29.0 / *29,0*	27.8 / *27,8*
15.0 / *15,0*	28.1 / *28,1*	26.2 / *26,2*	25.5 / *25,5*	24.3 / *24,3*	21.2 / *21,2*	20.0 / *20,0*
20.5 / *20,5*	27.6 / *27,6*	25.2 / *25,2*	21.8 / *21,8*	20.1 / *20,1*	17.5 / *17,5*	15.8 / *15,8*

When grown on modern mechanized technology,

При выращивании по современной механизированной

harvest of tomatoes, was 35.5 t/ha, and of eggplant - 31.2 t/ha, and with the existing on-farm technology - only 14 t/ha.

The proposed technology allows reducing labor costs for tomato production at 521.28 people. h /ha, for eggplant - 538.2 person. h /ha, namely in 1,8-1,6 times. Profitability of these crops increases by 1.6 and 1.4 times compare to existing technology.

CONCLUSIONS

Main conclusions of the research are mentioned below:

- There were researched technological processes of potatoes' and eggplant's cultivation (grading of the surface and pre-seeding crest processing, seeding and seedling landfall, care of plants) and parameters of main elements of the technology, executing by the base and new perspective machine complexes;
- It was developed advanced high effective process and justified the content of technological machine complex;
- It was determined economical efficiency of applying of advanced cultivation process and of new machines in comparison with base ones;
- It was identified a possibility of applying new cultivation process, providing creation of the best growing and plants' improvement conditions, promoting to obtain more harvest with less labour.

REFERENCES

[1]. Abbasov I.D. (2010) - *Agriculture of Azerbaijan*, "Science and Education", Baku;
[2]. Abdullayeva Kh.T. (2004) *Results of researches of the selection laboratory*, "Development of gardening on scientific base", journal, Baku;
[3]. Jafarov F.A. (2011) – *Perspectives of gardening development in XXI century in Azerbaijan*, Summary of scientific works on gardening and lemon-growing, Moscow;
[4]. Litvinov S.S. (2011) – *Methodology of field experiment in gardening*, Moscow;
[5]. Litvinov S.S. (2008) *Scientific bases of the modern gardening*, Moscow;
[6]. Litvinov S.S., Irkov I.I. (2011) – *Modern technologies in gardening*, Summary of scientific works on gardening and lemon-growing, Moscow;
[7]. *Independent Azerbaijan-20 years* (2011) – Baku;
[8]. Chalenko V.V., Orlov V.N., Olishanikov Y.A. (2006) – *Surface treatment of the soil during tomatoes cultivation in irrigation conditions*, Summary of the scientific works on gardening and lemon-growing, Vol.II, Moscow.

технологии получен урожай томаты 35,5 т/га, а баклажаны 31,2 т/га, а при существующем в фермерских хозяйствах технологии -только 14 т/га.

Предлагаемая технология позволяет сократить затраты труда на производство томатов на 521,28 чел. ч/га, баклажаны 538,2 чел. ч/га, то есть в 1,8-1,6 раза. Рентабельность производства этих культур увеличивается в 1,6 и 1,4 раза по сравнению с существующей технологией.

ВЫВОДЫ

Основными итогами исследования стали следующие положения:

- Исследованы технологические процессы возделывания томатов и баклажан (профилирование поверхности и предпосевная обработка гребня, посев семян и посадка рассады, уход за растениями) и параметры основных элементов технологии, выполняемой базовым и новым перспективным комплексами машин;
- Разработан усовершенствованный высокоэффективный процесс и обоснован состав технологического комплекса машин;
- Определена экономическая эффективность применения усовершенствованного процесса возделывания и новых машин в сравнении с базовыми;
- Выявлена возможность применения нового процесса возделывания, обеспечивающего создание лучших условий роста и развития растений, способствующего получению большей урожайности при меньших затратах труда.

БИБЛИОГРАФИЯ

[1]. Аббасов И.Д. (2010) – *Сельское хозяйство Азербайджана*, «Наука и Образование», Баку;
[2]. Абдуллаева Х.Т. (2004) – *Результаты научно-исследовательских работ лаборатории селекции*, журнал «Развитие овощеводства на научных основах», Баку;
[3]. Джафаров Ф.А. (2011) - *Перспективы развития овощеводства В XXI веке в Азербайджане*, Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству, Москва;
[4] Литвинов С.С. (2011) *Методика полевого опыта в овощеводстве*, Москва;
[5]Литвинов С.С. (2008) – *Научные основы современного овощеводства*, Москва;
[6] Литвинов С.С., Ирков И.И. (2011) - *Современные технологии в овощеводстве*, Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству, Москва ;
[7]. *Независимый Азербайджан-20 лет* (2011) – Баку;
[8]. Чаленко В.В., Орлов В.Н., Ольшаников Ю.А. (2006) - *Поверхностная обработка почвы при возделывании томата в условиях орошения*, Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству, том II, Москва.

IZK Alya" NEW CHERRY TOMATO VARIETY
/
„ИЗК АЛЯ" – НОВ СОРТ ЧЕРИ ДОМАТИ

Assist. Prof. Ph.D.Ganeva D., Assoc. Prof. Ph.D. Pevicharova G.
Maritsa Vegetable Crops Research Institute, 4003, Plovdiv / Bulgaria,
E-mail: dganeva@abv.bg

Abstract: *Results from a comparative study of three breeding tomato lines from "cherry" type by economic, morphological, physico–chemical, chemico-technological and sensory characteristics are given. On the basis of the obtained good results the breeding line L-1456 was offered as variety "IZK Alya" for testing of distinctness, uniformity and stability (DUS) in the Executive Agency for Variety Testing, Field Inspection and Seed Control, Sofia.*

This variety had been developed at Maritsa Vegetable Crops Research Institute, Plovdiv by traditional breeding methods using hybridization and individual choice. The new variety "IZK Alya" belongs to the grape tomato type. It is indeterminate, direct one for mid-early field cultivation.

The plants are vital. The raceme is simple, settled at every third leaf forming 10-16 fruits. The fruits are small with average weight of 12-17 g, oval-elongated, two-locular and smooth. The mature fruits are intensively red coloured, crack resistant, firm and tasty with balanced sweetness and sourness. The brix is 8-9.5%.

The fruits are suitable for fresh consumption, drying and freezing. The variety is resistant to Tobacco mosaic virus (race 0), Fusarium and Verticillium wilt and nematode tolerant.

Keywords: *Solanum lycopersicum, productivity, morphological charactes, chemico-technological properties, quality*

INTRODUCTION

Tomatoes known as "cherry" type have been used mainly as ornamental plants for a long time. Fruits are minor, cherry sized, round, red and very attractive. Tomatoes from "cherry" type are known for their high content of dry matter, sugars and ascorbic acid [1, 2]. Fruits are consumed mainly fresh, but also in the form of processed products such as delicacy tomato cans with round fruits that could be used as supplement or decoration for various dishes. The main disadvantages of "cherry" type tomatoes are their thin and delicate peel and high succulence, which make them unsuitable for shipping.

In 1990's small sized oval shaped tomato varieties named "grape" type have been released on the American and Western-European markets [5,8]. Their fruits possess very good taste and small size, suitable to consume them in one piece [14]. They have thicker pericarp and they are much firmer than tomatoes from the "cherry" type [11, 13]. Fruits from the "grape" type tomatoes are superior in chemical composition, biological value and frozen ability compare to Bulgarian standard for processing varieties Stela and UC-82A [6, 9].

At present, the "cherry" type tomatoes are well recognized in Bulgaria, however not appreciated enough. They are handwork harvested, have lower yield and higher market price.

They are part of the germplasm collections and have been involved in the hybridization programs to improve

Резюме: *Представени са резултатите от сравнителното проучване на три селекционни линии домати от сортотип „чери" по стопански, морфологични, физико-механични, химико-технологични и сензорни показатели. Получените добри резултати ни дават основание да предложим селекционна линия Л-1456 за изпитване на РХС в ИАСАС, като сорт „ИЗК Аля". Създаден от колектив в Института по зеленчукови култури „Марица"- Пловдив чрез класически методи на селекция - хибридизация и индивидуален отбор. Новият сорт „ИЗК Аля" е от типа гроздовидни домати (grape tomato). Сортът е индетерминантен, директен за среднорано полско производство.*

Растенията са жизнени. Съцветията са прости, разположени през три листа, формиращи 10-16 плода. Плодовете са дребни, със средна маса 12-17 g овално-продълговати, двукамерни, гладки. Узрелите плодове са интензивно червени, непукливи, твърди с приятен, балансиран сладко-кисел вкус. Сухото вещество е 8-9,5%.

Плодовете са предназначени за свежа консумация, сушене и замразяване. Сортът е устойчив на тютюнева мозайка (раса 0), вертицилийно и фузарийно увяхване и толерантен на нематода.

Ключови думи: *Solanum lycopersicum, продуктивност, морфологични показатели, химико-технологични показатели, качество*

УВОД

Дълго време доматите от сортотип „чери" са отглеждани предимно като декоративно растение. Плодовете били дребни, с размер на череши, кръгли, червени и много красиви. Доматите „чери" се отличават с високо съдържание на сухо вещество, захари и витамин С [6,7]. Плодовете се използват както за прясна консумация, така и за промишлена преработка – за приготвяне на деликатесни доматени консерви от цели плодове, които служат за добавка или декорация на различни храни. Основен недостатък на „чери" доматите е нежната кожица и високото съдържание на вода, което ги прави нетранспортабилни.

През 1990–те години на американските и западно-европейските пазари се появяват дребни домати с овално-продълговата форма, наречени гроздовидни домати (grape tomato) [9,10]. Отличават се с много добри вкусови качества, малкият им размер ги прави подходящи да се ядат цели, без да се налага да се режат [14]. Плодовете са с по-плътна консистенция и по-висока твърдост от „чери" доматите [11,13]. По химичен състав, биологична стойност и пригодност за замразяване превъзхождат сортовете Стела и УЦ-82А, използвани за български стандарти при доматите за промишлена преработка [1, 4].

Днес в България "чери" доматите са добре познати, но не се ценят особено. Брането им е по-трудоемко, добивът е по-нисък и пазарната цена е по-висока.

Освен като генофонд, те са включени в хибридизационни програми за подобряване на

agronomic and morphological characters and disease and pest resistance characteristics of tomato plants.

There are numerous tomato cultivars from the foreign selection, including ones from "cherry" type. There are only two tomato varieties from "cherry" type on Bulgarian horticulture market for the present - Elitza and Mila.

The objective of this study was to evaluate and identify one tomato breeding line from "cherry" type with improved overall performance of its agronomic, morphological, chemical, organoleptic and quality characteristics.

MATERIALS AND METHODS

Tomato breeding lines from "cherry" type were developed at "Maritsa Vegetable Crops Research Institute (VCRI), Plovdiv throughout intra specific hybridization and individual choice in the progenies. Comparative study of three breeding tomato lines from "cherry" type was performed: L-1419, L-1453, and L-1456 (recognized as variety "IZK Alya").

The experiment was conducted according to the Bulgarian production technology for mid-early tomato cultivars grown on trellis. Crop sowing was performed in unheated greenhouse at the end of March. Non-pricked seedlings were grown to the stage of 4^{th}-5^{th} leaf and transplanted in the field at the beginning of May.

Plant earliness was determined as yield of full-ripe fruits that were harvested till the 5^{th} of August. Total yield was record as the standard fruits yield from all the harvests until the 30^{th} of September.

A randomized sample of 20 technologically mature fruits from each replication was used to record the following fruit characteristics: average weight (g); shape index *I* (mm), calculated by the formula: *I= h/d,* were *h* is fruit height (mm) and *d* is fruit diameter (mm); resistance to forced compression by destructing fruit flesh between two flat surfaces (kg). Analysis of the chemical composition and sensory evaluation of the fruits were performed in the Laboratory for Vegetable Fruit Quality at the Maritsa VCRI, Plovdiv. Samples of 20 technologically mature fruits from each replication were analyzed for the following components: brix (%); ascorbic acid (mg%) [12]; total sugars (%) [7]; titratable organic acids (%), total pigments and lycopene (mg%) [12].

The organoleptic characterization was made of the following fruit traits: appearance, shape, colour, aroma, sourness, sweetness, peel perception, texture, overall taste, and total sensory evaluation. A five-point scale with 0.25 step was used.

The same panelists have been participating in the full course of the experimental period. The obtained results were processed statistically by variation analysis of Lakin [10] and Duncan's multiple range test [3].

RESULTS AND DISCUSSION

The experimental breeding lines were with indeterminate growth habit and mid–long internodes. Plants had vital bush with stable stem and intensively developed foliage. Breeding lines L-1453 and L-1456 had simple inflorescences that were situated in every 3 leaves and formed 10 to 16 fruits. Breeding line L-1419 had compound inflorescence that formed 15 to 20 fruits. Fruits of the tree lines ripened simultaneously in the whole cluster, therefore they are suitable to be harvest as a cluster.

The vegetation period from emergence till beginning of fruit ripeness of the experimental tomato breeding lines was short – from 97 to 101 days (table 1). That provides extensive harvest period and fresh market production.

стопански и морфологични признаци, устойчивост на болести и неприятели.

Чуждата селекция предлага голямо разнообразие от сортове и хибриди, включително и „чери" домати. В България има създадени само два сорта - Елица и Мила.

Целта на изследване е да се установи селекционна линия с най-добри стопански, морфологични и химико-технологични и вкусови качества и да се предложи за нов сорт.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Селекционните линии от типа „Чери" са създадени в Института по зеленчукови култури „Марица" – Пловдив по пътя на междувидовата хибридизация и последвал индивидуален отбор в потомствата. В сравнителното изпитване са включени три селекционни линии: Л -1453, Л-1456, Л- 1419. Сортът „ИЗК Аля" е линия Л- 1456.

Експериментът е проведен по общоприетата за България технология за отглеждане на средноранни домати на опорна конструкция при полски условия. Сеитбата за производство на разсад е извършвана в края на месец март. Отгледаният непикиран разсад, във фаза $4^{-ти}$-$5^{-ти}$ лист, е разсаден на полето в началото на месец май.

Ранозрелостта е определяна на базата на добива от добре узрели плодове от беритбите по повторения до 5 август, а общата продуктивност - от добива стандартни плодове от всички беритби до 30 септември.

В технологична зрялост, за всеки вариант, поотделно на 20 плода от рандомизирана проба от всяко повторение, са изследвани следните показатели: средна маса на плода (g), форма на плода - определяна чрез индекса по формулата i = h/d mm, където: h - височина на плода (mm), d - диаметър на плода (mm), устойчивост на натиск (kg) - определяна е чрез разрушаване целостта на плода след натоварване между две неподвижни плоскости. Анализът на основните химични компоненти и оценката на сензорните свойства на плодове са извършени в Лабораторията по качество към ИЗК"Марица" – Пловдив. На средни проби от 20 плода в технологична зрялост, от всеки вариант е определяно съдържанието на: сухо вещество - рефрактометрично (%), аскорбинова киселина (mg%) [12], общи захари (%) [2], титруеми органични киселини (%), общи багрила и ликопин (mg%) [12].

Органолептичната характеристика на доматените плодове е направена по показателите: външен вид, форма, цвят, аромат, големина на дръжчената ямичка, наличие на нерватура, текстура, киселост, сладост, общ вкус.

Оценката през целия експериментален период е извършвана по петобална скала със стъпка 0.25 от 4-ма постоянни експерт-дегустатори. Получените резултати се обработени статистически чрез вариационен анализ [5] и дисперсионен анализ [8].

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Изпитваните селекционни линии имат индетерминантен хабитус, със средно дълги междувъзлия. Растенията са много жизнени. здрави, буйно развиващи се, добре облистени. При селекционни линии Л-1453 и Л-1456 съцветията са прости, разположени през три листа, формиращи 10-16 плода. Линия 1419 формира сложни съцветия, с по 15-20 плода. Плодовете и на трите линии зреят дружно и са подходящи за бране в чепка.

Вегетационният период, от поникване да начало на узряване при изпитваните селекционни линии е значително кратък – от 97 до 101 дни (табл.1). Това предполага по дълъг период на плододаване и предлагане на пазара на свежи плодове. Растенията

Plant formation is without ceasing of the main stem and that allows them to blossom and form fruits until the first frost have grounded.

Early yield was from 1269.8 to 1409.6 kg/da average for the experimental period (table 1).

се формират, без прекършване на вегетационния връх и това позволява да цъфтят, да формират плодове и да узряват до падането на сланите.

Ранният добив е от 1269,8 до 1409,6 kg/da, средно за периода на проучване (табл.1).

Table 1 / *Таблица 1*

Early yield, kg/da /
Стопанска ранозрелост, kg/da

Breeding lines *Селекционни линии*	Vegetation period / days *Вегетационен период / дни*	2004			2005			2006			Mean		
		$\bar{X}$ ± sd		CV%	$\bar{X}$ ± sd		CV%	$\bar{X}$ ± sd		CV%	$\bar{X}$ ± sd		CV%
L -1453	101	1357 ±56.30	a	4.15 / *4,15*	1215 ±56.86	b	4.68 / *4,68*	1238 ±83.42	b	6.74 / *6,74*	1269.8 ±76.32	b	6.01 / *6,01*
L -1456	98	1411 ±64.86	a	4.60 / *4,60*	1442 ±51.23	a	3.56 / *3,56*	1375 ±31.73	a	2.82 / *2,82*	1409.6 ±33.78	a	2.40 / *2,40*
L -1419	97	1252 ±74.11	b	5.48 / *5,48*	1273 ±84.75	b	6.17 / *6,17*	1215 ±77.55	b	5.90 / *5,90*	1246.7 ±82.36	b	5.97 / *5,97*

a,b.. Duncan`s multiple range test (p<0.05)

It represented 34.5 – 39.6 % from total yield.

Early yield of the three breeding lines was comparatively stable despite of some differences in climate conditions through the experimental years.

Total yield varied from 3149.8 to 4113.3 kg/da (table 2).

Той представлява 34,5 до 39,6 % от общият добив.

Въпреки различията в климатичните условия през отделните години, ранният добив е сравнително постоянен и не се наблюдават изменения в рангуването на изпитваните селекционни линии. Общият добив не е много висок и е от 3149.8 до 4113.3 kg/da (табл. 2).

Table 2 / *Таблица 2*

Total yield, kg/da /
Общ добив, kg/da

Breeding lines / *Селекционни линии*	2004			2005			2006			Mean *Средно*		
	$\bar{X}$ ± sd		CV%	$\bar{X}$ ± sd		CV%	$\bar{X}$ ± sd		CV%	$\bar{X}$ ± sd		CV%
L -1453	3900 ±251.79	a	6.46 / *6,46*	3520 ±186.73	b	5.30 / *5,30*	3632 ±223.25	ab	6.15 / *6,15*	3684.1 ±195.23	b	5.30 / *5,30*
L -1456	4127 ±290.92	a	7.05 / *7,05*	4304 ±299.91	a	6.97 / *6,97*	3909 ±199.47	a	5.10 / *5,10*	4113.3 ±197.84	a	4.81 / *4,81*
L -1419	3067 ±122.30	b	3.99 / *3,99*	3122 ±275.12	b	8.81 / *8,81*	3260 ±292.23	b	8.96 / *8,96*	3149.8 ±99.36	c	3.15 / *3,15*

a,b.. Duncan`s multiple range test (p<0.05)

Breeding line L-1456 was recorded with the highest total yield. It exceeded L-1453 with 11.7 % and L-1419 with 30.6 %. Number of fruits of tomato varieties from “cherry” type is much bigger than “non–cherry” type tomatoes, but the average fruit weight is much lower. Breeding line L-1419 possessed the smallest fruits with 11.3 g average fruit weight, and line L-1453 had the biggest ones (20.4 g) (table 3).

Най-висок добив е получен при селекционна линия Л-1456, превишаваща с 11,7% Л-1453 и с 30,6% Л-1419. Броят на плодовете при доматите от типа „чери” е много по-голям от този на обикновения тип домати, но средната маса е ниска. С най-дребни плодове - 11,3 g, е средната маса на плода при селекционна линия Л -1419, а с най-едри - Л-1453 (20,4 g) (табл.3).

Table 3 / *Таблица 3*

Fruits morphological and physical characteristics – average for 2006-2008 /
Морфологични и физични характеристики на плодовете- средно за 2004-2006 г.

Breeding lines / *Селекционни линии*	Average fruit weight (g) / *Средна маса на плода (g)*		Fruit shape I=h/d / *Индекс I=h/d*		Pericarp thickness (cm) / *Дебелина на перикарпа (cm)*		Length of pedicle hole (cm) / *Стълбче (cm)*		Pressure resistance (kg) / *Устойчивост на натиск, (kg)*	
	$\bar{X}$ ±sd	CV%	$\bar{X}$ ±sd	CV%	$\bar{X}$ ±sd	CV%	$\bar{X}$ ±sd	CV%	$\bar{X}$ ±sd	CV%
L -1453	20.4±2.66 / *20,4±2,66*	13.06 / *13,06*	1.00±0.01 / *1,00±0,01*	1.2 / *1,2*	0.4±0.08 / *0,4±0,08*	20.38 / *20,38*	0.6±0.09 / *0,6±0,09*	15.61 / *15,61*	4.9±0.88 / *4,9±0,88*	17.95 / *17,95*
L -1456	16.7±1.42 / *16,7±1,42*	8.49 / *8,49*	1.45±0.43 / *1,45±0,43*	3.2 / *3,2*	0.5±0.07 / *0,5±0,07*	15.08 / *15,08*	0.5±0.09 / *0,5±0,09*	17.42 / *17,42*	5.7±0.99 / *5,7±0,99*	17.51 / *17,51*
L -1419	11.3±1.52 / *11,3±1,52*	13.49 / *13,49*	1.00±0.02 / *1,00±0,02*	1.8 / *1,8*	0.3±0.09 / *0,3±0,09*	25.39 / *25,39*	0.3±0.08 / *0,3±0,08*	24.28 / *24,28*	4.5±0.99 / *4,5±0,99*	20.57 / *20,57*

The lowest variation of the average fruit weight was observed at breeding line L-1456. Fruit size of tomatoes is

С най-малък размах на вариране по признака средна маса на плода за периода на проучване се характеризира

genetically determined; however it is depending on the plant bush formation (architecture). In our case the bush had only one stem, and the fruits were bigger compare to those on the bush with 4-5 branches. Two of the breeding lines (L-1419 and L-1453) possessed round shaped fruits from "cherry" type, and line L-1456 possessed oval shaped fruits from "grape" type.

The standard deviation (sd) and coefficient of variability (CV, %) of the average fruit weight and fruit shape of the three lines were low (table 3), which determine their fruit uniformity that is a main market requirement for "cherry" and "grape" type tomatoes. That quality facilitates fruit sorting and packing as well. The fruits had mainly two, sometimes three locules and no significant differences had bean established between the three lines. Significant differences between the fruit pericarp thickness of the three lines had bean established: line L-1456 had thicker pericarp, and L-1419 had the thinner one. The length of the pedicle hole and the length of the cellulose tissue under petiole concave of the fruits was limited from 0.3 to 0.6 cm. Pressure resistance was highest at fruits from line L-1456. It is established that round shaped fruits are less resistant to forced pressure [4]. There is no requirement about tomato firmness, but fruits need to be resistant to cracking during the harvesting and transportation.

The studied breeding lines were distinguished by high brix reached to 9.5 percent in L-1456 (Figure 1).

Л-1456. Едрината на плодовете е генетично детерминирана, но зависи и от начина на формиране на растението. При едностъблено отглеждане, както е в нашето проучване, плодовете са малко по-едри, отколкото при оставяне на 4-5 разклонения в пазвите на листата (колтуци). Две от линиите са с кръгли плодове (тип черешки), а линия Л-1456 е с овално-продълговати (тип грозде).

Средно стандартното отклонение и вариационните коефициенти са ниски, което е доказателство за изравнеността на линиите по средна маса и форма на плода. Това улеснява сортирането на плодовете при пакетирането. Основно изискване на търговската мрежа е в опаковката плодовете да са еднакви по форма и с близка средна маса. Камерността на плодовете е две рядко три и по този показател не се наблюдават различия между селекционните линии. По дебелина на перикарпа се наблюдават различия. С най-дебел перикарп са плодовете на Л-1456, а най-тънък е на Л-1419. Дължина на ликавата тъкан под нея (стълбче) е от 0.3 до 0.6 см. С най-висока устойчивост на натиск са плодовете на селекционна линия Л-1456. Установено е, че кръглият тип е по-неустойчив на натиск [3]. Няма изискване до колко твърди да са доматите, но те трябва да са непукливи при бране и транспортиране.

Изпитваните селекционни линии се отличават с високо сухо вещество до 9.5% при Л 1456 (фиг.1)

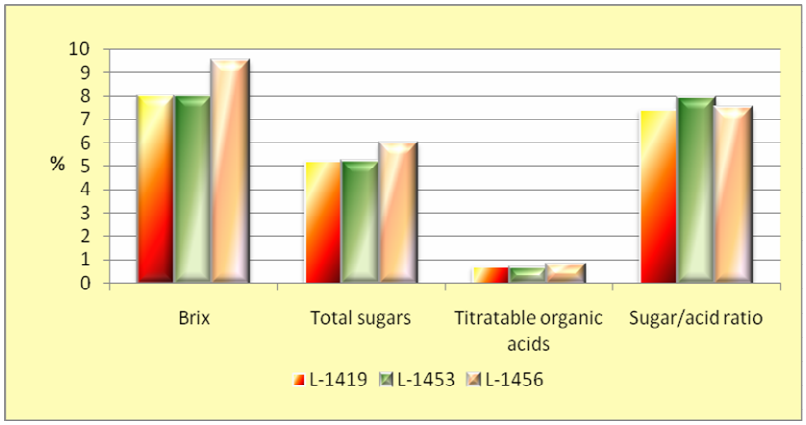


Fig. 1. - Basic chemical components of tomato fruits /
Основен химичен състав на доматени плодове

The same line was the richest one in the ascorbic acid content (Figure 2).

Линия 1456 беше с най-високо съдържание на аскорбинава киселина (фиг.2)

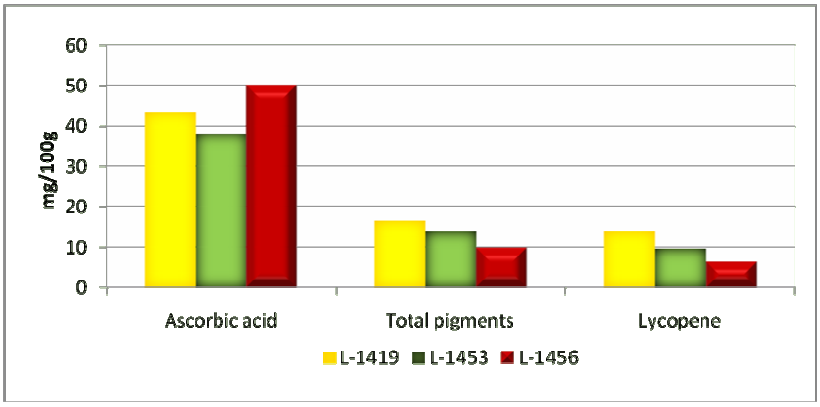


Fig. 2. - Antioxidants in tomato fruits /
Антиоксиданти в доматени плодове

`All of the three lines had more of this antioxidant component than the tomatoes from "non-cherry" type. The total pigment content was over 10 mg/100 g regardless of

И трите линии от чери тип имат по-високо съдържание на този антиоксидант в сравнение с обикновения тип домати. Съдържанието на общи багрила

the genotype. The total sugar content of "cherry" type tomatoes were of double values in comparison with the other ones. Line L-1456 had the highest level of sugars and titratable acids which was a precondition for a balanced good sweet-sour flavour. The performed sensory analysis confirmed this assumption (Figure 3). The rates for each studied trait were over 4.75. There were maximum sensory evaluations on colour, aroma, texture and overall taste.

Cultivar „IZK Alya" is resistant towards tobacco virus (race 0), Verticilium wilt (Verticiclium albo - atrum), Fusarium wilt (Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici), and tolerant to nematode.

е над 10 mg/100 g независимо от генотипа. Общите захари са два пъти по-високи от тези, измервани при обикновените домати. Линия Л 1456 е с най-високо съдържание на захари и титруеми киселини, което определя и балансираният приятно сладко-кисел вкус. Представеният сензорен анализ потвърждава това твърдение (фиг.3). Стойностите на всеки изследван показател са над 4.75. Максимални оценки са получени при показателите цвят, аромат, текстура и общ вкус.

Сортът е устойчив на тютюнева мозайка (раса 0), вертицилийно (*Verticiclium albo - atrum*) и фузарийно увяхване (*Fusarium oxsysporum f.* sp. *lycopersici)* и толерантен на нематода.

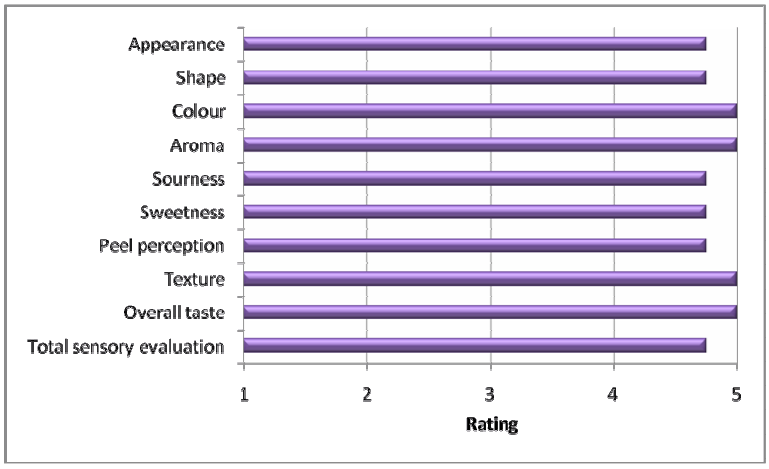


Fig. 3. - Sensory analysis of L-1456 (IZK Alya) fruits /
Сензорен анализ на плодове от Л-1456 (ИЗК Аля)

CONCLUSIONS

The superior evaluation of the breeding line L-1456 obtained from the comparative study of three breeding tomato lines from "cherry" type gave us a good reason to offer it for testing of distinctness, uniformity and stability (DUS) in the Executive Agency for Variety Testing, Field Inspection and Seed Control, Sofia. After its recognition as a tomato variety by the name of "IZK Alya" in 2009, a seed production has bean initiated at Maritsa VCRI, Plovdiv.

"IZK Alya" is a "cherry" type tomato variety with oval shaped fruits, grape tomato. Fruits of technological maturity have intensive red colour, firm, without cracks and extremely delicious. Their flavor is well balanced and they are rich in sugars and acids, ascorbic acid and lycopene.

The variety is suitable for fresh consumption and freezing, as well as a decoration for salads and cocktails.

„IZK Alya" is resistant towards tobacco virus (race 0), Verticilium wilt (*Verticiclium albo - atrum*), Fusarium wilt (*Fusarium oxsysporum* f.sp. *lycopersici*), and is tolerant to nematode.

ИЗВОДИ

По-добрите резултати от сравнителното сортово изпитване на селекционна линия Л-1456 в сравнение с останалите селекционни линии домати от сортотип „чери", ни дават основание да я предложим като сорт „ИЗК Аля" за изпитване на РХС в Изпълнителна агенция по сортоизпитване, апробация и семеконтрол, София. От 2009 г., след получаването на сертификат, в ИЗК"Марица" Пловдив се произвеждат първите количества семена.

„ИЗК Аля" е сорт домати от сортотип „чери" с овално-продълговати плодове, тип грозде (grape tomato). Узрелите плодове са интензивно червени, непукливи и твърди. Плодовете са с добре балансиран вкус, богати на захари, киселини, витамин С и ликопин.

Предназначени са за свежа консумация и замразяване. Могат да се използват за украсяване на салати и коктейли.

Сортът е устойчив на тютюнева мозайка (раса 0), вертицилийно и фузарийно увяхване и толерантен на нематода.

REFERENCES

[1]. Boe A., P. Pelofske, T. Bakken (1980) *'Santa', 'Gem State', and 'Benewah' tomatoes.* Hort. Science 15:536-537;
[2]. Cardio R. (2001) *Very cherry tomatoes.* Organic Gardening, Vol.42, (4); 40;
[3]. Duncan D. (1955) *Multiple range and multiple F-tests.* Biometrics 11: 1-42;
[4]. Dvornikov V., (1985) *About some correlation of physical – mechanical characteristics of tomato fruits.* Proceedings of AN MSSR, Volume biological and chemical sciences (1): 60-65 (RU);
[5]. Gardner R., D. Panthee (2010) *Grape tomato*

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гегов, Я., Д. Ганева, Г. Певичарова, (2004). *Пригодност за замразяване на домати от сортотип "Чери".* Научни трудове на Университета по хранителни технологии, 27-29 октомври, Пловдив, том LI, (2): 87-94.
[2]. Генадиев, А., Д. Калчева, Н. Ненчев, Н. Тевекелиев, Н. Чавдарова, (1969). *Анализ на хранителните продукти*. Техника, София, 695 с.
[3]. Дворников, В. (1985). *О некоторых зависимостях физико-механических свойства плодов томатов.* Известия АН МССР, Серия биологических и химических наук 1: 60-65.
[4]. Кръстева, Л., Ст. Нейков, Н. Велчева, (2009). *Оценка*

breeding lines: NC 1 Grape, NC 2 Grape and NC 3 Grape. HortScience, 45: 1887-1888;
[6]. Gegov Y., D. Ganeva, G. Pevicharova, (2004) *Suitability for freezing tomatoes of the variety type "Cerry".* Proceeding of the Food science, technique and technologies, 27-29 October, Plovdiv, vol. LI (2): 87-94, (BG);
[7]. Genadiev A., D. Kalcheva, N.Nenchev, N. Tevekeliev, N. Chavdarova, (1969) *Food analyses.* Technique, Sofia, 695 s (BG);
[8]. Hill D. (2001) *Grape tomato trials*. Conn. Agr. Exp. Sta. Bul. 978;
[9]. Krasteva L., St. Neykov, N. Velcheva (2009) *Evaluation and management of genetic resources of the Solanaceae family*. Scientific works. Agricultural University-Plovdiv. LIV. 19-24 (BG);
[10]. Lakin G. (1990) *Biometry.* High education, Moscow, 352 s. (RU);
[11]. Lister T. (2000). *Shippers relieved by resolution of grape tomato debate.* The packer-business newspaper of the produce industry. September 18, p. 4;
[12]. Manuelyan, H. (1991) *Express methods for assessing the carotenoid composition of tomato fruits (in G.Kallo*. Genetic improvement of tomato. Spring – Velag, 193-195;
[13]. Roberts K., S. Sargent, A. Foxx, (2002) *Effects of storage temperature on ripening and postharvest quality of grape and mini-pear tomatoes*. Proc. Fla. State Hort. Soc. 115: 80-84;
[14]. Simonne E., S. Sargent, D. Studstill, A. Simonne, R. Hochmuth, S. Kerr, (2005) *Field performance chemical composition and sensory evaluation of red and yellow grape tomato varieties*, Proc. Fla. State Hort. Soc. 118: 376-378;

Acknowledgements

Participation in the conference was supported by European Social funds 2007-2013, Operative Programme "Development of Human Resources". Scheme for giving of gratuitous financial support: BG 051 PO001-3.3.04 "Support for development of young human resources" Project BG 051 PO001-3.3.04/17 "Support for development of young human resources" in priority areas of horticultural science.

и управление на генетичните ресурси от семейство Solanaceae. Научни трудове. Аграрен университет – Пловдив, LIV. 19-24.
[5]. Лакин, Г., 1990. *Биометрия*. Высшая школа, Москва, 352 с.
[6]. Boe, A., P. Pelofske, T. Bakken, (1980). *'Santa', 'Gem State', and 'Benewah' tomatoes.* HortScience 15:536-537.
[7]. Cardio Rob., 2001. *Very cherry tomatoes.* Organic Gardening, Vol.42, (4); 40.
[8]. Duncan, D. (1955). *Multiple range and multiple F-tests.* Biometrics 11: 1-42.
[9]. Gardner, R., D. Panthee, (2010). *Grape tomato breeding lines: NC 1 Grape, NC 2 Grape and NC 3 Grape.* HortScience, 45: 1887-1888.
[10]. Hill D., (2001) *Grape tomato trials*. Conn. Agr. Exp. Sta. Bul. 978;
[11]. Lister, T. (2000). *Shippers relieved by resolution of grape tomato debate. The packer-business newspaper of the produce industry*. September 18, p. 4.
[12]. Manuelyan, H. (1991). *Express methods for assessing the carotenoid composition of tomato fruits (in G.Kallo.* Genetic improvement of tomato. Spring – Velag, 193-195
[13]. Roberts, K., S. Sargent, A. Foxx, (2002). *Effects of storage temperature on ripening and postharvest quality of grape and mini-pear tomatoes.* Proc. Fla. State Hort. Soc. 115: 80-84.
[14]. Simonne, E., S. Sargent, D. Studstill, A. Simonne, R. Hochmuth, S. Kerr, (2005). *Field performance chemical composition and sensory evaluation of red and yellow grape tomato varieties,* Proc. Fla. State Hort. Soc. 118: 376-378.

Благодарности

Участието в конференцията беше подкрепено от Европейския социален фонд 2007-2013 г., Оперативна програма "Развитие на човешките ресурси". Схема за предоставяне на безвъзмездна финансова помощ: BG 051 PO001-03.03.04 г. "Подкрепа за развитието на младите учени и пост-докторанти" Проект BG 051 PO001-3.3.04/17 "Подкрепа за развитие на младите учени и пост-докторанти" в приоритетните области на селскостопанските науки.

METHOD OF ESTIMATING THE SOIL RESISTANCE FORCE TO SOIL WORKING MACHINE PARTS WITH APPLICATIONS TO THE OPTIMIZATION OF WORKING REGIMES OF MACHINES USED IN HORTICULTURE

/

METODA DE ESTIMARE A FORTEI DE REZISTENTA OPUSE DE SOL ACTIUNII ORGANELOR DE LUCRU ALE MASINILOR DE LUCRAT SOLUL CU APLICATII IN OPIMIZAREA REGIMURILOR DE LUCRU ALE MASINILOR FOLOSITE IN HORTICULTURA

Ph.D. Stud. Eng. Nagy M.[1)], Mat. Cardei P.[1)], Ph.D. Stud. Eng. Cota C.[1)], Ph.D. Eng. Fechete L.[2)]
[1)]INMA Bucharest- Cluj Napoca branch, [2)]Technical University Cluj-Napoca
Tel/fax: 0264-418162, nagy@inma.ro

Abstract: *The paper proposes a method of calculation of soil resistance force under the action of working parts of soil working machine, but also other machines performing particular soil operations. In order to substantiate this method, the authors use an idea shown in [1], where, such a method is exposed. The fundamental modification proposed by this paper consists in the method of calculation, which replaces the statistic relations and abstract interpolation for a realistic interpolation by a clear physical interpretation, using the method of the least squares.*

Although it has been exemplified for a classic shape working part (tool of ridge performing machine MB4), the method can be applied also to esimating and optimizing analysis of working parts of certain digging machines or working parts of equipment of seedlings extracting from orchards,or, in general for agricultural machines designed to horticulture works (machines for superficially loosening the soil with elastic arrow type parts; machines with rotative parts for weeds mechanical control, machines for perfoming ridges for protecting shrubs against cold), obviously with little modificatiions of fixing devices on testing bench.

Keywords: *resistance force,soil working parts, machines designed to horticulture*

INTRODUCTION

In [5] was presented a method of estimating the resistance force of soil working machines parts and optimizing their working regime. The above method uses a calculation exclusively based on mathematical statistics, interpolating the experimental data in order to obtain a minimum of resistance force.

The authors of this article have proposed, besides the modification of the calculation method the extending of this method use to classical parts of soil working machines in greenhouses and horticultural growing plantations and even to certain machine parts designed to particular operations in horticulture.

At a higher level, the tests can be useful for preparing and calibrating some working parts with which soil compacting maps in grennhouses and horticulture can be drawn up.[10].

The same stand can be used to assess the effects of vibration generated by the working bodies of the tillage machines to work the soil and displacement speed regime [4].

MATERIALS AND METHOD

In order to perform this study objective, namely-formulating a theoretical result starting from empirical numerical data, based on an acknowledged formula, result that can be used at improving soil working machines regime, we have started with the general formulation of forward resistance opposed to soil working

Rezumat: *Lucrarea propune o metoda de calcul a fortei de rezistenta a solului la actiunea organelor de lucru ale unor masini de lucrat solul dar si ale unor maşini care efectuează operaţiuni speciale în sol. Pentru fundamentarea metodei autorii folosesc o idee expusa in [1], unde de asemenea este expusă o asemenea metodă. Modificarea fundamentala propusa in aceasta lucrare consta in modul de calcul, care înlocuieşte relatiile statistice şi interpolarea abstracta pentru o interpolare realista pe o forma cu interpretare fizica clară, folosind metoda celor mai mici pătrate.*

Deşi exemplificată pentru un organ de lucru de forma clasică (scula maşinii de bilonat MB-4), metoda se poate aplica si la analiza estimativa si de optimizare pentru organe de lucru ale unor masini de săpat gropi sau a unor organe de lucru de pe dispozitive de extras puieţi din livezi, sau, în general pentru maşini agricole destinate lucrarilor în horticultură (masini pentru afanarea superficiala a solului cu organe de lucru tip sageata elastica, masini cu organe de lucru rotative pentru combaterea mecanica a buruienilor, masini pentru realizarea musuroirii arbustilor sensibili la frig). Evident, cu mici modificări ale dispozitivelor de prindere în standul de testare.

Cuvinte cheie: *forta de rezistenta, organe de lucrat solul, masini destinate horticulturii*

INTRODUCERE

In [5] s-a expus o metoda de estimare a fortei de rezistenta a organelor de lucru ale masinilor de lucrat solul si de optimizare a regimului de lucru al acestora. Metoda foloseste un mod de calcul bazat exclusiv pe statistica matematica, interpoland datele experimentale pentru a obtine un eventual minim al fortei de rezistenta.

Autorii acestui articol propun, pe langa schimbarea metodei de calcul şi extinderea utilizării metodei pentru organe de lucru clasice folosite la maşinile de lucrat solul în sere şi pepiniere horticole si chiar la organe de lucru ale unor masini care sunt destinate unor operatiuni speciale, caracteristice culturilor horticole.

La un nivel superior, testele pe stand pot servi la pregătirea şi calibrarea unor organe de lucru cu ajutorul cărora se pot întocmi hărţi ale stării de compactare a solului în plantaţii horticole şi sere, [10].

Acelaşi stand se poate folosi pentru evaluarea efectelor de vibraţie generate de organele de lucru ale maşinilor de lucrat solul şi de regimul de viteze de deplasare [4].

MATERIALE ŞI METODA

Pentru a atinge obiectivul acestui studiu – formularea unui rezultat teoretic plecând de la date numerice de natură empirică grefate pe o formulă teoretică consacrată, rezultat care să poată fi folosit la îmbunătăţirea regimului de lucru al maşinilor de lucrat solul în horticultură, am plecat de la cadrul general al problemei formulării

machines.

The physical dimensions involved in the mathematical model are shown in table 1. In [3], for calculating the plough resistance at traction it should begin with the formula:

rezistenței la înaintare opusă maşinilor de lucrat solul. Mărimile fizice implicate în modelul matematic sunt date în tabelul 1. În [3], pentru calculul rezistenței la tracțiune a plugului se pleacă de la formula:

Table 1/*Tabelul 1*

Parametres or physical dimensions involved in mathematical model / *Parametrii sau mărimile fizice implicate în modelul matematic.*

Den. No./*Nr.*	Denomination / *Denumirea*	Notation / *Notația*	Measuring unit / *Unitatea de măsură*
1	Coefficient characterizing the soil specific resistance to stress/ *Coeficient care caracterizează rezistența specifică la deformare a solului*	k	N/m^2
2	Coefficient depending on the surface form and soil properties / *Coeficient care depinde de forma suprafetei şi de proprietățile solului*	ε	Kg/m^3
3	Working depth / *Adâncimea de lucru*	a	m
4	Working width / *Lățimea de lucru*	b	m
5	Working speed / *Viteza de lucru*	v	m/s
6	Area of normal projection on the displacement direction of working part active surface / *Aria proiecției normale pe direcția de deplasare a suprafeței active a organului de lucru*	A	m^2
7	Adjusting angle / *Unghiul de reglaj*	β	Radians / *radiani*
8	Part entering angle / *Unghiul de atac al organului*	α	Radians / *radiani*
9	Angle between the support and working part element / *Unghiul dintre partea suport şi partea de lucru a organului*	γ	Radians / *radiani*
10	Coefficient of friction steel-soil / *Coeficient de frecare oțel - sol*	f	-
11	Machine weight / *Greutatea maşinii*	G	N
12	Length of working part active element / *Lungimea părții active a organului de lucru*	l	m

$$R = fG + kab + \varepsilon abv^2 \quad (1)$$

In formula (1), according to [3], a and b are represented the dimensions of furrow sections. Taking into account the fact that the working part is symetric to the plan perpendicular to normal plan of displacement direction (fig.1), instead of *ab* product, the area of entering section can be introduced, including the working depth, the working width and entering angle, subsequently expressed by the adjusting angle between the support element and active element of working part:

În formula (1), după [3], *a* şi *b* reprezintă dimensiunile secțiunilor brazdei. Ținând seama că se lucrează cu un organ de lucru cu simetrie față de planul perpendicular pe planul normal la direcția de deplasare (fig. 1), în loc de produsul *ab*, se poate introduce aria secțiunii de atac, care include adăncimea de lucru, lățimea de lucru şi unghiul de atac, exprimat ulterior prin unghiul de reglaj şi unghiul dintre partea de suport şi partea activă a organului de lucru:

$$A = lb\sin\alpha = lb\sin\left(\beta + \gamma - \frac{\pi}{2}\right) \quad (2)$$

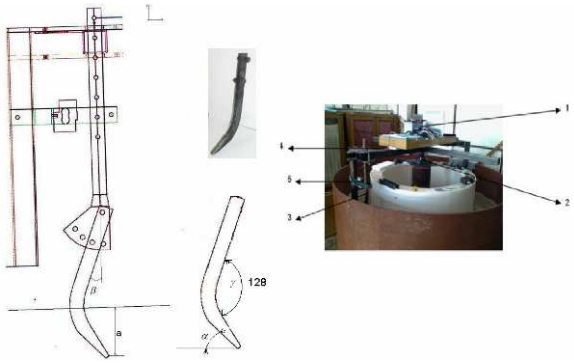


Fig. 1 - Working scheme of bench designed to obtain the numerical data, scheme and picture of working part / *Schema de lucru a standului folosit pentru obținerea datelor numerice, schema şi fotografia organului de lucru:*
1 – data acquisition system/sistem achiziție date, 2-vertical driving shaft/ arbore de antrenare vertical, 3 –tool port/ *portsculă, 4 –driving cross/ cruce de antrenare, 5 –force transducer / traductor de forță.*

RESULTS

The tests performed on the bench in figure 1 with the tool of machine for performing ridges MB4 as working part have resulted in values shown in tables 2 and 3. In experimental tests, the working depth a, and entering angle α through the agency adjusting angle β, as well as the working speed v were varied.

The first statistic processings have emphasized

REZULTATE

Experimentele sau testele efectuate pe standul din fig. 1, cu scula maşinii de bilonat MB-4 pe post de organ de lucru a condus la o serie de rezultate care apar în tabelele 2 şi 3. În testele experimentale s-au variat adâncimea de lucru, *a*, unghiul de atac, α, prin intermediul unghiului de reglaj, β, precum şi viteza de lucru, *v*.

Primele prelucrări statistice pun în evidență aspecte

unexpected aspects. The correlation between the row of measured forces and relevant working depth has a great value, 0.933; therefore the resistance force mostly depends on the working depth. But, the resistance force can not be correlated very well with the enetering angle (the value of correlation between the resistance force and whatever of these angles is of-0.158). Although the number of working speed performed is small and it is not necessary to consider the relation between force and speed, a forced calculation shows that these dimensions, at least for these small values of displacement speed are not correlated.

The graphical image of working depth dependance on adjusting angle (fig.2 a) shows a maximum of 20˚ for working speed. For each mechanical adjustment (holes 2, 3 or 4), the curve of working depth depending on adjusting angle has practically the same form. This result was expected to be obtained, because the bound between the two phenomena is mechanically determined (the bench mechanism).

aşteptate. Corelaţia dintre şirul forţelor măsurate şi adâncimile de lucru corespunzătoare are o valoare foarte mare, 0,933, prin urmare forţa de rezistenţă este puternic dependentă de adâncimea de lucru. În schimb forţa de rezistenţă nu pare a fi corelată foarte bine cu unghiul de reglaj, respectiv cu unghiul de atac (valoarea corelaţiei dintre forţa de rezistenţă şi oricare dintre aceste două unghiuri este -0,158). Deşi numărul vitezelor de lucru realizate este mic şi nu are sens să considerăm corelaţia dintre forţă şi viteză, totuşi un calcul forţat arată că aceste mărimi, cel puţin pentru aceste viteze mici ale vitezei de deplasare, nu sunt corelate.

Reprezentarea grafică a dependenţei adâncimii de lucru de unghiul de reglaj (fig. 2, ***a***) arată că aceasta are undeva în jurul valorii de 20°, un maximum. Pentru fiecare reglaj mecanic (găurile 2, 3 sau 4), curba de dependenţă a adâncimii de lucru de unghiul de reglaj are practic aceeaşi formă. Acest rezultat era aşteptat deoarece legătura între cele două fenomene este determinată mecanic (mecanismul standului).

Table2 / *Tabelul 2*

Force in N measured at the sensor, for speed v=0.43 m/s /
Forţa în N măsurată la senzor, pentru viteza v_1= 0,43 m/s

Set of mesurements/*Set I măsurători*				
	β =0°	**β = 20°**	**β =40°**	**β =60°**
Maximum depth(the 2-nd upper hole of the tool port) / *Adâncimea maximă (the 2-a gaura de sus de pe port scula)*	**305**	**352**	**350**	**151**
	a=170mm	a=200mm	a=180mm	a=130mm
Average depth (the 3-rd upper hole) / *Adâncime medie(a3-a gaura de sus)*	**159**	**196**	**150**	**49**
	a=120mm	a=150mm	a=130mm	a=80mm
Minimum depth (the 4-th upper hole) / *Adâncime minimă (a4-a gaură de sus)*	**53**	**74**	**52.5**	**20.4**
	a=70mm	a=100mm	a=80mm	a=30mm
Set of measurements II / *Set II măsurători*				
Maximum depth (a 2-a upper hole of the tool port) / *Adâncime maximă (a 2-a gaură de sus de pe port scula)*	**229**	**361**	**365**	**158**
	a=170mm	a=200mm	a=180mm	a=130mm
Average depth (the 3-rd upper hole) / *Adâncime medie (a 3-a gaură de sus)*	**89**	**133**	**147**	**48**
	a=120mm	a=150mm	a=130mm	a=80mm
Minimum depth(the 4-th upper hole) / *Adâncime minimă (a 4-a gaură de sus)*	**32**	**53**	**43**	**7.4**
	a=70mm	a=100mm	a=80mm	a=30mm

Table 3 / *Tabelul 3*

Force in N measured at the sensor, for speed v_2=0.51m/s /
Forţa în N măsurată la senzor, pentru viteza v_2= 0.51 m/s

Set I of measurements / *Set I masuratori*				
	β =0°	**β = 20°**	**β =40°**	**β =60°**
Maximum depth (the 2-nd upper hole of the tool port) / *Adâncime maximă (a 2-a gaură de sus de pe port scula)*	**250**	**370**	**410**	**200**
	a=170mm	a=200mm	a=180mm	a=130mm
Average depth (the 3-rd upper hole) / *Adâncime medie(a 3-a gaură de sus)*	**89**	**165**	**164**	**68**
	a=120mm	a=150mm	a=130mm	a=80mm
Minimum depth (the 4-th upper hole) / *Adâncime minimă(a 4-a gaură de sus)*	**48.8**	**61**	**55**	**9.6**
	a=70mm	a=100mm	a=80mm	a=30mm
Set II of measurements / *Set II masuratori*				
Maximum depth (the 2-nd upper hole of the tool port) / *Adâncime maximă (a 2-a gaură de sus de pe port scula)*	**220**	**340**	**365**	**157**
	a=170mm	a=200mm	a=180mm	a=130mm
Average depth (the 3-rd upper hole) / *Adâncime medie(a 3-a gaura de sus)*	**88.2**	**148**	**158**	**50**
	a=120mm	a=150mm	a=130mm	a=80mm
Minimum depth (the 4-th upper hole / *Adâncime minimă (a 4-a gaura de sus)*	**25**	**58**	**48**	**9.5**
	a=70mm	a=100mm	a=80mm	a=30mm

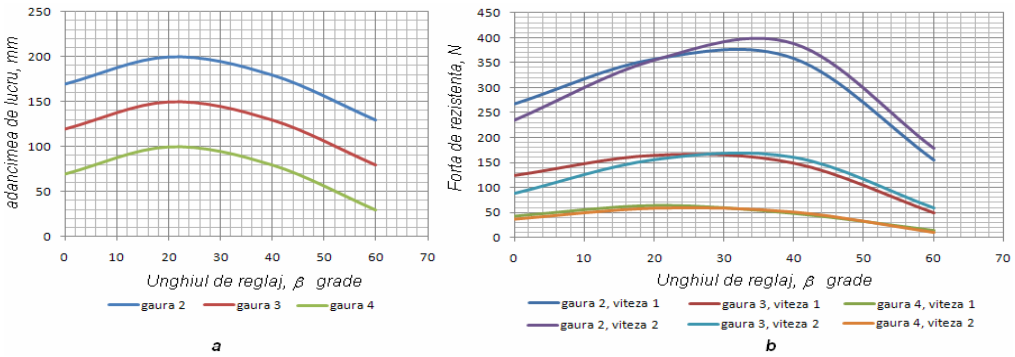


Fig. 2 - Variation of working depth and average resistance force according to adjusting angle / *Variația cu unghiul de reglaj, a adâncimii de lucru şi forței medii de rezistență*

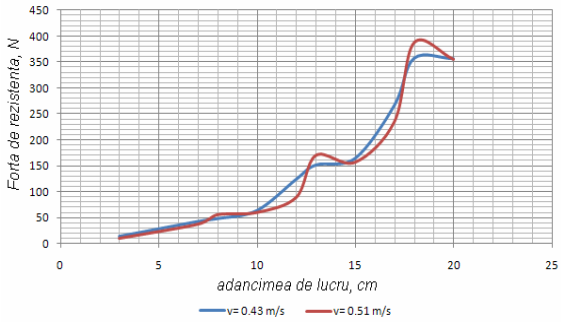


Fig. 3 - Variation of resistance force along with working depth for the two working speeds performed / *Variația forței de rezistență cu adâncimea de lucru, pentru cele două viteze de lucru realizate.*

As the entering angle, α, is related to the adjustment angle β, through a linear relation, (2), the dependence of working depth and resistance force are of the same type and lead to the same conclusions, except a translation of 38^o. Therefore, it results that the maximum of the resistance force is not dtermined by the soil properties or entering angle, but by the increasing of working part active surface, respectively the working depth. An other important conclusion is that referring to maximum values of resistance force which do not appear all at the same adjusting angle (entering angle), but are clearly shifted (fig. 2, ***b***). One can notice that the working speed produces little but visible effects, even the translation of maximum points. The direct variation of resistance force according to working depth, for the two speeds performed represented graphically in fig. 3, shows that the resistance force increases along with the working depth, even though there are small points where extreme conditions (insignificant) could be obtained. On the other hand, we can notice that the speed difference is insignificant. We can see that the working depth and the force of resistance are very well corellated.

In order to estimate the working part resistance force to soil, the authors propose a classic soil resitance to deformation, based on the method descibed in [5], proposed by Goreacikin, according to [3] or [2], the formula parameters being explained in table 1.

Deoarece unghiul de atac, α, este legat de unghiul de reglaj β, printr-o relație liniară, (2), dependența adâncimii de lucru şi a forței de rezistență de unghiul de atac este de acelaşi tip şi conduce la aceleaşi concluzii, abstracție făcând de o translație de 38^o. Ca o concluzie importantă rezultă că maximumul forței de rezistență nu este determinat de proprietățile solului sau de unghiul de atac, ci de creşterea suprafeței active a organului de lucru, respectiv a adâncimii de lucru. O altă concluzie interesantă este aceea că maximele forței de rezistență apar nu toate la acelaşi unghi de reglaj (atac) ci sunt clar decalate (fig. 2, ***b***). Se observă că viteza de lucru produce efecte mici, dar vizibile, chiar translatarea punctelor de maximum. Variația directă a forței de rezistență cu adâncimea de lucru, pentru cele două viteze de lucru realizate, reprezentată grafic în fig. 3, arată că forța de rezistență creşte cu adâncimea de lucru, chiar dacă există mici puncte în care aparent s-ar realiza condiții de extremum (nesemnificative). Pe de altă parte se observă că diferența de viteză este nesemnificativă. Se poate constata că adâncimea de lucru şi forța de rezistență sunt foarte bine corelate şi pe această cale.

Pentru estimarea forței de rezistență opusa de sol organului de lucru, autorii propun, pe scheletul metodei descrise în [5], o formula clasică de rezistență la deformare a solului , formula propusă de Goreacikin, conform, de exemplu cu [3] sau [2], parametrii formulei fiind explicitati in tabelul 1.

$$R = kA + \varepsilon A v^2 \quad (3)$$

We have eliminated the term of formula [3], given by the plough weight and friction in supporting points, aspects which do not appear when simulating on bench. The experimental data obtained on the testing bench described in [5] for rather a simple working part, but with a large application area, are given in tables 2 and 3. These experimental data are used to determine the model constants, k and ε. Controling strictly the geometrical characteristics (working depth and width and the angle of clearance of setting angle, depending on the relevant part

Am eliminat termenul formulei din [3], dat de greutatea plugului şi frecarea în punctele de sprijin, aspecte care la simularea pe stand nu apar. Datele experimentale obtinute pe standul de testare descris in [5] pentru un organ de lucru destul de simplu dar de o mare generalitate ca sferă de aplicație, sunt date in tabelele 2 şi 3. Aceste date experimentale sunt folosite în scopul determinarii constantelor de model, k si ε. Controland strict caracteristicile geometrice (adancimea si lățimea de lucru şi unghiul de aşezare sau atac, după felul organului), se

type), the area of normal protection is strictly controled on the machine forward direction, and the driving speed is also monitored.

By means of these data, using the least squares method, we can determine the constants *k* and ε minimizing the functional:

$$F\ (k,\varepsilon) = \sum_{i=1}^{N} \left(k S_i + \varepsilon S_i v^2 - F_i\right)^2 \quad (4)$$

For formula (3) and functional (4), using the experimental data from tables 2 and 3, a negative value is obtained for ε ,which has not a physical sense, so that taking in consideration the second term in formula (3), at least for the small values of working speed performed, is not advised. Therefore, we renounce to this term too and keep only the term given by the soil deformation resistance. In this case, it is obtained *k*= 106225 N/m^2. This value frames within the values range of the coefficient given by [3], [9] or [2]. We even tried the complete formula of Goreacikin, which contains also the term of friction. Like the first variant, this one led to negative values both for coefficient ε, and coefficient of friction, which has no physiacl meaning.

In conclusion, the best approximating formula, based on many decennies of experience in calculation of resistance at soil working machines is (3) reduced at the form:

$$R = kab = klb\sin\alpha \quad (5)$$

RESULTS

As the entering angle, α, is related to the the adjustment angle β, by a linear relation, (2), dependence of working depth and resistance force on the entering angle are of the same type and lead to the same conclusions, leaving aside a translation of 38^o.

As an important conclusion, it results that the maximum of resistance force is not determined by the soil properties or the entering angle, but by the increasing of active surface of working part, respectively the working depth. At the same time, the maximum values of resistance force do not appear all at the same adjustment angle (entering angle), but are clearly staggered.(fig. 2, ***b***). It can be noticed that the working speed produces small but visible effects, even the translation of maximum points. The direct variation of resistance force along with working depth, for the two working speeds performed, graphically represented in fig. 3, shows that the force of resistance increases along with working depth, even though there are certain points where extremum (not significant) conditions could be performed./ On the other hand, the difference of speed is not important. It can be found that working depth and resistance force are very well corellated, this way.

CONCLUSITIONS

The estimation of model parameters for a working part using the tesing bench in fig. 1, allows to assess their performances in different types of soils with different compaction levels and humidity degrees. This way, the optimization of working regimes of soil working machines endowed with different working parts can be tested. Viewing the bench size, should be tested especially the working parts designed to greenhouse, vegetable or horticulture works.

The working speed, at least at the performed values, has an insignificant importance for the resistance force. For emphasizing the component depending on the displacement speed of resistance force it should perform big working speeds, over 4 – 5 m/s. For the starting investments it is recommended to use a sandy soil in order to emphasize the component above.

controlează strict aria proiectiei normale pe direcția de înaintare a maşinii, iar viteza de inaintare este, de asemenea strict controlată.

Cu aceste date, folosind metoda celor mai mici patrate, se determină constantele *k* şi ε minimizând funcționala:

Pentru formula (3) şi funcționala (4), folosind datele experimentale din tabelele 2 şi 3, se obține pentru ε o valoare negativă, ceea ce nu are sens fizic, astfel încât considerarea termenului al doilea în formula (3), cel puțin la valorile mici ale vitezei de lucru realizate, nu este indicată. Pentru acest motiv, se renunță şi la acest termen şi rămâne numai termenul dat de rezistența la deformare a solului. În acest caz se obține *k*= 106225 N/m^2. Această valoare se încadrează în intervalul de valori al acestui coeficient dat de [3], [9] sau [2]. Am încercat chiar şi formula completă a lui Goreacikin, care conține şi termenul de frecare. Ca şi prima variantă acesta a condus la valori negative atât pentru coeficientul ε, cât şi pentru coeficientul de frecare, ceea ce nu are semnificație fizică.

Ca urmare, cea mai bună formulă de aproximare, cu suport fizic bazat pe experiența de multe decenii în calculul rezistenței la maşinile de lucrat solul, este (3) redusă la forma:

REZULTATE

Deoarece unghiul de atac, α, este legat de unghiul de reglaj β, printr-o relație liniară, (2), dependența adâncimii de lucru şi a forței de rezistență de unghiul de atac este de acelaşi tip şi conduce la aceleaşi concluzii, abstracție făcând de o translație de 38^o.

Ca o concluzie importantă rezultă că maximumul forței de rezistență nu este determinat de proprietățile solului sau de unghiul de atac, ci de creşterea suprafeței active a organului de lucru, respectiv a adâncimii de lucru. O altă concluzie interesantă este aceea că maximele forței de rezistență apar nu toate la acelaşi unghi de reglaj (atac) ci sunt clar decalate (fig. 2, ***b***). Se observă că viteza de lucru produce efecte mici, dar vizibile, chiar translatarea punctelor de maximum. Variația directă a forței de rezistență cu adâncimea de lucru, pentru cele două viteze de lucru realizate, reprezentată grafic în fig. 3, arată că forța de rezistență creşte cu adâncimea de lucru, chiar dacă există mici puncte în care aparent s-ar realiza condiții de extremum (nesemnificative). Pe de altă parte se observă că diferența de viteză este nesemnificativă. Se poate constata că adâncimea de lucru şi forța de rezistență sunt foarte bine corelate şi pe această cale.

CONCLUZII

Estimarea parametrilor de model pentru un organ de lucru, folosind standul de testare din fig. 1, permite evaluarea performanțelor acestora în diverse tipuri de sol cu diferite grade de compactare şi la diferite umidități. Se poate încerca pe această cale optimizarea sau îmbunătățirea regimurilor de lucru ale maşinilor de lucrat solul echipate cu diverse organe de lucru. Datorită capacității standului se recomandă în mod deosebit acele organe de lucru destinate lucrărilor în sere, legumicultură sau horticultură.

Viteza de lucru, cel puțin la valorile realizate, are o importanță nesemnificativă pentru forța de rezistență. Pentru a pune eventual în evidență componenta dependentă de viteza de deplasare a forței de rezistență, este necesară realizare unor viteze de lucru mari, peste 4 – 5 m/s. Pentru investigații de început se recomandă folosirea unui sol nisipos sau foarte uşor în scopul punerii în evidență a componentei dependentă de viteza de deplasare a forței de rezistență.

We must take into account that the resistance force determined is an upper limit per working part, namely that, if a soil working machine uses many working parts of the same type, placed differently, the soil deformation resistance coefficient will decrease.

The resistance force dependence on the working depth or entering angle are interdependent, as these elementsare closely bound by the working process geometry. The problem can be tackled and keeping one of variables constant and varying the other the experience will confirm the results already known.

The bench should be used for finding the best working regimes according to the soil type and its humidity, starting from studies of [11] or [1] type.

At the same time, for soil uniformity(homogeneity and isotropy), for an easy and rapid recovery after each test, for facilitating the obtaining of an appropriate humidity and focussing on the dependence of resistance force displacement speed, different types of sand should be used.

The same stand can be used, in another variant for studying the stability of working parts batteries, especially the asymmetrical ones, starting from [9]. At the same time, the behaviour of certain soil working machines, not so frequent, may be studied, such as those endowed with springs as working parts support [7], [8].

REFERENCES

[1]. Keller T. (2004) - *Soil Compaction and Soil Tillage - Studies in Agricultural Soil Mechanics*, Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Acta Universitas Agriculturae Suecie, Agraria 489;
[2]. Krasnicenko A.V. (1964) - *Manual of agricutural machinery manufacturer*, Editura Tehnică, Bucharest;
[3]. Letosnev M.N. (1959) - *Agricultural machinery*, Editura Agro-Silvică de Stat;
[4]. Mahmood H. F., Subhi Q. A., Hussein E. K., (2011) - *Comparison of Vibrations, Tillage Depths and soil for Moldboard and Disk Plows at Three Tillage Speeds*, Asian Journal of Agricultural Research, 5:90-97
[5]. Nagy E.M.,Fechete L.V.,Coța C.,Stănilă S.,Herak D., (2010) - *Researches on determination of drag force of the active tillage tools from the ridging equipment MB-4, in laboratory conditions* INMATEH, vol. 32.
[6] Paraschiv G., Maican E., Paraschiv I., Bucur D. (2007) - *Study on stabillity at work for tillage aggregates*, Agronomical Researches in Moldova, Year XXXX, Vol. 2(130);
[7]. Soeharsono, P., Radite A., S., Tineke M., Waan H., Asep S. (2011) - *The influence of elastic springs and spring orientation on the draft force during tillage operation,* ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, vol. 6, no. 5:56-60;
[8]. Soeharsano and Radite PA Setiawan, (2010) - *Analytical study of self-excited vibration on single degree of freedom vibratory – tillage*, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, vol. 5, no. 6:61-66;
[9]. Şandru A., Popescu S, Cristea I., Neculăiasa V. (1983) - *Exploitation of agricultural equipment*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucharest;
[10]. Van Bergeijk J., Goense D., Seelman L. (2001) -*Soil tillage resistance as a tool to map soil type differences*, Journal of agricultural engineering research, vol. 79, n^{o} 4, pp. 371-387;
[11].Vilde A.,(2003)-*The impact of sil moisture and composition on its properties and energy consumption of tillage,* TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture, Volume III. Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. Lublin, Poland, 249 – 255.

Trebuie să se țină seama că forța de rezistență astfel determinată este o limită superioară pe organ de lucru în sensul că dacă o maşină de lucrat solul operează cu mai multe organe de lucru de acelaşi tip, dispuse în diverse moduri, coeficientul de rezistență la deformare a solului va scădea.

Dependența forței de rezistență de adâncimea de lucru sau de unghiul de atac sunt interdependente, deoarece aceste mărimi sunt legate una de alta prin geometria procesului de lucru. Se poate aborda problema şi ținând una dintre variabile constantă şi variind-o pe cealaltă, experiența însă va confirma cele deja cunoscute.

Se recomandă folosirea standului pentru căutarea regimurilor optime de lucru funcție de tipul de sol şi de umiditatea acestuia, pornind, de exemplu, de la studii de tipul [11] sau [1].

De asemenea, pentru uniformitatea (omogenitatea şi izotropia) solului, pentru o uşoară şi rapidă refacere după fiecare test, pentru o realizare mai simplă a umidității dorite şi o mai facilă punere în evidență a dependenței de viteza de deplasare a forței de rezistență, se recomandă folosirea în stand a diverselor tipuri de nisip.

Acelaşi stand folosit pentru studiul forței de rezistență al organelor de lucru se poate folosi, eventual într-o variantă la scară superioară, pentru studiul stabilității unor baterii de organe de lucru, în special cele nesimetrice, pornind eventual de la [9]. Totodată se pot studia comportamentele unor soluții pentru maşinile de lucrat solul, mai puțin întalnite, cum sunt cele prevăzute cu arcuri pe post de suporți ai organelor de lucru, [7], [8].

BIBLIOGRAFIE

[1]. Keller T. (2004) - *Compactarea şi pregătirea solului – Studii privind mecanica agricola a solului*, Teză de doctorat Universitatea de Stiințe Agricole Uppsala, Suedia,Acta Universitas Agriculturae Suecie, Agraria 489;
[2]. Krasnicenko A.V. (1964) - *Manualul constructorului de maşini agricole*, Editura Tehnică, Bucureşti;
[3]. Letosnev M. N. (1959) - *Maşini agricole*, Editura Agro-Silvică de Stat;
[4]. Mahmood H. F., Subhi Q. A., Hussein E. K., (2011) – *Compararea vibrațiilor, adîncimea de lucru pentru plugurile cu cormană şi discuri la treapta a treia de viteza* , Asian Jurnalul Cercetării agricole din Asia, 5: 90-97.
[5]. Nagy E.M.,Fechete L.V.,Coța C.,Stănilă S.,Herak D., (2010) - *Cercetări privind determinarea forłei de rezistentă la înaintare a organelor active de lucru de la maşina de bilonat MB-4, în condiții de laborator*, INMATEH, vol. 32.
[6]. Paraschiv G., Maican E., Paraschiv I., Bucur D., (2007) - *Studiul stabilitatii in lucru pentru agregatele de prelucrat solul*, Cercetări Agronomice în Moldova, Anul XXXX, Vol. 2(130);
[7]. Soeharsono, P., Radite A., S., Tineke M., Waan H., Asep S. (2011) - *Influența arcurilor elastice şi a orientării arcurilor asupra forței de tragere în timpul operației de kucrat solul,,* ARPN Jurnalul de Inginerie şi Ştiințe Aplicate of Engineering and Applied , vol. 6, nr. 5:56-60;
[8]. Soeharsano and Radite PA Setiawan (2010) - *Studiu analitic al vibrației de autoexcitație asupra gradului de libertate vibratorie in operatia de lucrat solul,* ARPN Jurnalul de Inginerie şi Ştiințe Aplicate of Engineering and Applied , vol. 5, nr. 6:61-66;
[9]. Şandru A., Popescu S, Cristea I., Neculăiasa V. (1983) - *Exploatarea utilajelor agricole*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;
[10]. Van Bergeijk J., Goense D., Seelman L. (2001) –*Rezistența solului la lucrările de arat, pentru a concepe o hartă a diferitelor tipuri de sol*, Jurnalul de Inginerie şi Ştiințe Aplicate of Engineering and Applied , vol. 79, nr. 4, pg. 371-387.
[11]. Vilde A.,(2003)-Impactul umidității şi compoziției solului asupra proprietăților sale şi consumului de energie la lucrările solului, TEKA Comisia de Motorizare şi Energie Industria în Agricultură, Volumul III. Academia Poloneză de Ştiințe. Lublin, Poland, 249 – 255.

QUALITY OF WATER USED FOR IRRIGATION
/
КАЧЕСТВА НА ВОДИТЕ ИЗПОЛЗВАНИ ЗА НАПОЯВАНЕ

Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Gadjalska N., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Petrova R.,
Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Markov E.
RILRAM –Sofia, Bulgaria
Tel: +359 2 824 77 05; E-mail: gadjalska@abv.bg

Abstract:

The water suitable for irrigation should on the one hand contain enough alluvial materials, soluble salts, organic substances useful to plants and on the other not contain sediments, salts, heavy elements, etc harmful for plants and irrigation.

For this aim it is needed to know the limit values of irrigation water quality and on the basis of them to decide, if the water is adequate for the purposes of the irrigation. At the same time problems which could be caused by bad water quality should be forecasted and the necessary measures for the mitigation of the negative effect must be taken.

This paper deals with the development and recommendation of limit values of the water quality indicators and the appropriateness of the water for irrigation while comprising the influence of her chemical and microbiological components, the contend of heavy metals, arsenic, petrochemicals, nitriles, phenols and other factors influencing the system-soil - soil solution - plants. The received results of the exploration permit the limit values of some indicators to be increased over the normative base.

Key words:

Environment, irrigation water quality, water resources, Irrigation, agriculture

INTRODUCTION

The quality of water used for irrigation is a very important factor for sustainable management of water resources. It is a main indicator for the development of organic farming and has significant influence on it.

On its part the agriculture also influences on the water quality.

It uses the water for certain aims, some of which can be regarded as polluting and in this case the whole possible water volume need to be controlled.

The main polluter of irrigation areas are animal waste / manure / pesticides, fertilizers, salts and sediments which come with filtration or runoff from farmland.

Contaminants are also wastewater from agricultural farms and household needs; often they are used directly for irrigation of some farms without being subjected to further treatment, thereby causing irreparable damage to irrigated areas.

To the agricultural pollution concerns also the soil erosion, because the substances received as a result of erosion processes also pollute the water, as they extract the fertilizers and export the pesticides from the soil.

Each of the above listed can pollute or degrade the water quality, if somehow enters the surface streams, lakes, dams or the supply of groundwater –it can degrade their quality for certain required uses or for some specific water users. The authors of the paper have carried out field studies over several years in order to determine the pollution of soil and crops by irrigation with treated waste water from purification

Резюме

Годната за напояване вода трябва от една страна да съдържа достатъчно количество полезни за растенията наносни материали, разтворими соли, органични вещества и други, а от друга- да не съдържа вредни за растенията и напоителните системи наноси, соли, тежки елементи и тн.

За целта е необходимо да се знаят допустимите норми на качествения състав на поливната вода и чрез тях да се определи нейната годност за целите на напояването, като се предвидят проблемите, които тя може да създаде и съответните мероприятия за преодоляването им.

В настоящия доклад са разработени и препоръчани лимитирани допустимите стойности на отделните показатели и е определена годността на водата за напояване по отношение влиянието на химичните и микробиологичните елементи, тежки метали, арсен, нефтопродукти, цианиди, феноли и други върху системата почва-почвен разтвор-растения. Получените резултати от изследването позволяват да бъдат завишени допустимите стойности на някои показатели над регламентираните до момента в нормативната база.

Ключови думи:

околна среда, качества на водата за напояване, водни ресурси, напояване, земеделие

ВЪВЕДЕНИЕ

Важен фактор за устойчиво управлението на водните ресурси е качествата на водата за напояване. Те са основен показател за развитие на екологично земеделие и влияят съществено върху него.

Земеделието от своя страна също оказва въздействие върху качествата на водата.

То използува водата за определени цели, някои от които от гледна точка на околната среда трябва да се разглеждат като замърсяващи и се нуждаят от контрол в целия възможен обем.

Основен замърсител на мелиоративните площи са животинските отпадъци / оборския тор/, пестицидите, минералните торове, солите и наносите, които идват с повърхностния отток или филтрацията от обработваемите земи.

Замърсители са също отпадъчните води от селскостопанските ферми и от битови нужди, които често те се използуват директно за напояване от някои стопанства, без да бъдат подложени на допълнително пречистване, с което се нанасят непоправими щети на напояваните площи.

Към селскостопанските замърсители се отнася и почвената ерозия, при която веществата постъпили вследствие на ерозионните процеси, също замърсяват водата, тъй като изнасят торове и пестициди от почвата.

Всяко едно от горе изброените може да бъде замърсител, ако по някакъв начин влезе и деградира качеството на повърхностните течения, езерата, язовирите или захранването на подпочвените води- деградира техните качества за някой определени задължителни ползвания или за някои специфични водополвватели. Авторите на доклада са провеждали дългогодишни полски изследвания за определяне на замърсяването на почвата и растенията

stations and by fertilization with sludge from purification stations on irrigated lands. [5]. Several field experiments for determining of the impact of irrigation water with high content of amonium nitrogen, phosphorus and potassium on soil and crops are carried out [1,3,4]. The pollution of soil and crops caused by irrigation with water with high content of heavy metals and arsenic is also investigated experimentally [1, 2].

The biggest polluter of water is the industry, when it charges into the rivers untreated or inadequately treated water, containing high concentrations of individual chemical elements, e.g. Ca, Mg, K, CL, SO4, and a number of heavy metals such as Pb, As, Cd, Zn, Se, Mn, etc. can be found in the water, which is caused by lacks in the treatment facilities of some metallurgical enterprises.

MATERIAL AND METHOD

Water pollution means any change (deterioration) of physical, chemical and bacteriological qualities of the water, which makes it dangerous or unfit for irrigation and drainage needs.

The reasons are natural or artificial, caused by anthropogenic activities.

Suitable for irrigation water should be of good quality, i.e. on the one hand it should contain sufficient amount of suspended solids, dissolved salts, organic matter and on the other hand not to have harmful sediments, salts and heavy metals that could be harmful for the crops and irrigation structures.

A series of factors such as the kind of the lands, the kind of the grown cultures, the drainage conditions, the irrigation manner and also the climate could carry negative impact in case of particular conditions, causing different soil and agronomic problems and minimizing the benefit of the irrigation.

For this reason it is needed to know the limit values of irrigation water quality and on their basis to decide, if the water is adequate for the purposes of the irrigation. At the same time problems which could be caused by bad water quality should be forecasted and the necessary measures for the mitigation of the negative effect must be taken.

The method of research includes as well analytical investigation of the scientifically experience on this field in Bulgaria and abroad as own field studies and field studies of other authors. Those investigations allow the determining of limit values (ELVs) and an expert assessment of the influence of each element on soils, plants and hydrotechnical infrastructure.

In accordance with Water Directive 2000/60/EC and Water Act (promulgated, SG. 67 of 27.07.1999, the last. am. st. d 47/2009 in 2009 in Bulgaria) ware adopted Ordinance regulating properties of water for irrigation of agricultural crops (Ordinance № 18 of May 27, 2009 (DV br.43 / 09.06. 2009) [3].

The document regulates the criteria and indicators for quality assessment of irrigation water in order to preserve and improve the ecological balance in irrigation systems and soil-plant system.

Ordinance shall be used in determining the suitability of irrigation water, surface or underground, in terms of irrigation equipment and irrigation techniques, soil, plants and agricultural production.

The problems related to the quality of waters used in irrigated areas, though complex are divided into four categories in accordance to the FAO classification [1]: salinity, permeability, toxicity and miscellaneous effects. Each category could influence crop development independently or in combination. In order to find the right

при напояване с отпадъчни води от пречиствателни станции, както и използването на утайки от тях като торно средство при поливни условия [5]. Проведени са и полски изследвания с подаването на поливна вода с по-високо съдържание на амониев азот, фосфор и калий с цел определяне въздействието им върху почвата и растенията [1,3,4]. Изследвано е също замърсяването на почвата и растенията при напояване с води със завишено съдържание на тежки метали и арсен [1,2].

Най-голям замърсител на водите се явява промишлеността, тъй като изпуска в реките непречистени или недостатъчно пречистени води, съдържащи повишена концентрация на отделни химически елементи, напр. Ca, Mg, K, CL, SO_4 и редица тежки метали като Pb, As, Cd, Zn, Se, Mn и др., вследствие на недобрите пречиствателни съоръжения на металургичните предприятия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Под замърсяване на водите се разбира всяко изменение (влошаване) на физическите, химическите и бактериологическите й качества, което я прави опасна или негодна за мелиоративни нужди.

Причините за това са естествени или изкуствени, предизвикани от антропогенни дейности.

Годната за напояване вода трябва от една страна да съдържа достатъчно количество полезни за растенията наносни материали, разтворими соли, органични вещества и други, а от друга- да не съдържа вредни за растенията и напоителните системи наноси, соли, тежки елементи и т.н.

Съществуват редица фактори като вида на почвите, вида на отглежданите култури, дренажните условия, начините за напояване, климата, които могат при конкретни условия да въздействат негативно, като предизвикат различни почвени и агрономически проблеми и с това да нарушат ползата от доставената вода.

За целта е необходимо да се знаят допустимите норми на качествения състав на поливната вода и чрез тях да се определи нейната годност за целите на напояването, като се предвидят проблемите, които тя може да създаде и съответните мероприятия за преодоляването им.

Методологията на изследването предвижда на базата на аналитично проучване на опита в чужбина и България, и на собствени и на други автори полски изследвания, определяне на пределно допустимите стойности и експертна оценка на въздействието на отделните елементи върху почвите, земеделските култури и хидротехническите съоръжения.

В съответствие с Водната Директива 2000/60/ЕС и Закона за водите (Обн., ДВ, бр. 67 от 27.07.1999 г посл. изм. бр. 47/2009 г, през 2009 година в България беше приета Наредба, регламентираща качествата на водите за напояване на земеделските култури (Наредба № 18 от 27 май 2009 г.(Д.В. бр.43 /09.06. 2009 г) [6].

Документът регламентира критериите и показателите за оценка на качеството на водите за напояване с оглед запазването и подобряването на екологичното равновесие в напоителните системи и системата почва-растение.

Наредбата се използва при определяне на годността на водите за напояване- повърхностни или подземни, по отношение на съоръженията за напояване и поливната техника, почвите, растенията и земеделската продукция.

Основните проблеми, свързани с качеството на водата в напояваните площи, макар че са комплексни, се класифицират според изследвания, проведени от специалисти от ФАО [1] в четири категории: засоляване, Іводопропускливост, токсичност и други разнообразни. Всяка категория

solution to these problems it is necessary to evaluate all the factors involved.

Salinity

In order to evaluate the influence of irrigation water it is necessary to know the salt tolerance of agricultural crops as well as the yield reduction due to different salinity levels.

The electrical conductivity (EC_W) is generally a good indicator of the water salt content. It ranges usually from 0.7 to 3.1 dS/m. With values lower than 0.7 dS/m the water user will have no salinity problems. For values between 0.7 and 3.1 dS/m increasing problems could be expected while at values higher than 3.1 dS/m severe problems could arise.

Permeability

Another essential factor for irrigation water quality evaluation is the change in soil permeability. Criteria for this are the Sodium Adsorption Ration (SAR) and the electrical conductivity of irrigation water.

At low values of SAR = 0-3 and very low saline waters, EC_W<0.2 dS/m the soil permeability problem could be considered as serious.

Such waters show corrosive characteristic since Ca from the soil surface is dissolved. With the increase of the electrical conductivity this problem diminishes and at EC_W > 0.7 dS/m it disappears.

At medium values of SAR = 6-12 and low saline water with EC_W<0.5 dS/m, the permeability problem becomes serious.

Some other soil properties such as structure, degree of compaction, organic matter content, etc. could also additionally affect the soil permeability.

Toxicity

In some cases different chemical elements and their compounds in irrigation water can damage quantitatively and qualitatively the agricultural production, even at very low concentrations. This problem is related with the presence of sodium, chlorine, boron and some other elements such as heavy metals and cyanides. Usually this problem is accompanied by salinity and permeability problems. The toxicity effect of sodium, chlorine and boron' in irrigation water depends on their concentration level, the type of crops, irrigation method and prevailing climatic conditions. Irrigating with such waters usually results in a leaf burn and drop or distortion of fruit formation in the orchards.

The damages could be even more serious if sprinkling is performed under conditions of high temperatures and rapid evaporation, in comparison with cooler and wetter climates.

The heavy metals affect the most fertile, upper soil layer. They are typical enzyme poisons.

The proposed maximum limit concentrations of heavy metals are directed at the soil conservation and plant protection in case of long term use of the water. It is well known, that fine textured soils, which have a high content of organic matter, adsorb comparatively high quantities of heavy metals without developing toxic conditions for the crops. The biggest quantities of toxic substances are accumulated in the leaves and stems of the plants, and due to this fact, their fresh consumption by people and animals is not recommended.

Miscellaneous

There are some problems caused by nitrogen, carbonate and bicarbonate. If the nitrogen content is greater than the limit levels, a negative effect may occur on both crop development (reduction of yields due to excessive vegetative growth and delayed maturity) and people and livestock using such food. The excessive growth (the eutrophication) may result in plugged pipelines, valves and sprinkler heads.

When the pH is outside the normal range (5-8.4)

може да влияе на растенията самостоятелно или в комбинация.

Засоляване

Оценката на въздействие на напоителната вода изисква да се познава солеустойчивостта на растенията по отношение на водата и почвата и загубите на добив при различни степени на засоляване.

Показател за оценка на засолеността на водите е електропроводимостта (Ecw). Граничните стойности са от 0,7 до 3,1 ds/m. При стойности по-малки от 0,7 ds/m, водоползвателят няма да има никакви проблеми със засоляването. При стойности от 0,7 до 3,1 ds/m проблемът е нарастващ, а при стойности над 3,1 ds/m има вероятност проблемът да стане сериозен.

Водопропускливост

Друг съществен показател за оценка на качествата на поливната вода е изменението на водопропускливостта на почвите. Критерии в това отношение са натриево-адсорбционното отношение SAR и електропроводимостта.

При ниски стойности на SAR= 0-3 и много слабо солени води (ECw < 0,2 ds/m, проблемът с почвената водопроницаемост е сериозен.

Водите проявяват корозивни свойства, тъй като се разтваря Ca от почвената повърхност. С увеличаването на електропроводимостта този проблем намалява и при Ecw>0,7 той отпада.

При средни стойности на SAR= 6-12 има сериозен проблем с водонепроницаемоста само при слаб солени води ECw < 0,5 ds/m.

Върху водопропускливостта на почвата оказват допълнително влияние и някои характеристики на почвата като структура, наслояване, уплътняване и др.

Токсичност

Често дори и при много малки концентрации на различни химични елементи и техните съединения в поливната вода, предизвикват поражения върху земеделската продукция, които са не само количествени, но и качествени. Токсичността се свързва с наличието на натрий, хлор, бор и с други химични елементи, като цианиди, тежки метали и др. Тя зависи от концентрацията им, вида на културите, начина на напояване и климата. При напояване на култури с такива води настъпват процеси на изгаряне и окапване на листата, а плодните дървета спират плододаването.

Повредата може да бъде по-сериозна при дъждуване в условията на високи температури и бързо изпарение.

Тежките метали засягат най-плодородния хумусен слой на почвата и са типични ензимни отрови.

Предложените допустими максимални концентрации на тежки елементи се базират на защитата на почвата и растенията при продължително използване на водата. Известно е, че финно текстурните почви с високо съдържание на органично вещество адсорбират сравнително високи количества тежки метали, без да развиват токсични за растенията условия. Най-големи количества токсини се натрупват в листната маса и стъблата на растенията, поради което не се препоръчва прясната им консумация от хора и животни.

Други проблеми

Другите проблеми, които възникват се дължат на наличието на азот, карбонати и хидрокарбонати. При съдържание на азот над допустимите стойности се получава негативен ефект, както върху растенията (понижаване на добивите, вследствие на прекомерен растеж на листната маса и забавяне на процесите на узряване), така и върху използващите го за храна хора и животни. Вследствие на еутрофикацията се получава запушване на тръбопроводи, кранове и дъждовални апарати.

При отклонение на pH от нормалния диапазон (5-8,4)

problems of permeability and toxicity may arise since pH can cause activation or deactivation of soil solution depending on the concentration of chemical elements in the irrigation water.

Continuous use of waters with lower pH values can lead to increased content of soluble Fe, Al and Mg * salts above toxicity levels.

On the contrary, higher values of pH can cause salinization and sodium accumulation.

The sediment content of irrigation water is an important factor when evaluating the effect of irrigation systems on the environment. The insoluble matter contained in the water is of considerable importance. Some studies define it as a real source of soil pollution with heavy metals and other toxic substances. According to other studies some of these insoluble solids may have a positive effect on soils with low content of organic matter. That is why it is necessary to determine the chemical composition of the sediments which are deposited in the irrigated fields, in order to estimate the expected beneficial or adverse effect on the soil, crops and irrigation structures.

Most sensitive to the physical content in irrigation waters are drip and micro-sprinkler systems where clogging of emitters and nozzles can occur. Waters containing suspended solids in excess of 100 mg per liter or more than 1.5-2.0 mg/1 of manganese, iron and sulfate may cause serious technical problems.

Detergents as substances of synthetic origin in certain concentrations in irrigation water are a real source of chemical contamination of soil and plants.

Oil products are undesirable nutrients, but being organic substances they are a subject of unavoidable biological assimilation and gradual mineralization. When determining the limit levels, into consideration must be taken their negative effect on the vegetative parts of plants and the greater pollution of the agricultural products in case of sprinkling in comparetion to gravity irrigation.

These issues are considered as major criteria for assessing the suitability of water for irrigation. Based on them the authors of this paper have developed and recommended limit values (ELVs) of each indicator, which serves the evaluation of irrigation waters, regarding to following aspects:

- The influence of its chemical and microbiological components, the content of heavy metals, arsenic, petrochemicals, nitrites, phenols and other factors on the system-soil - soil solution - plants.
- The destructive effect of waters with acidic or alkaline nature on irrigation and drainage facilities.

In order to find a solution of those ecological problems a number of factors, connected to each problem area, are evaluated. Such factors are:

- The composition of salts in the water, which can be expected to cause any problems;
- The mechanism of interaction between “soil-water-plant”, which may cause a loss in the crop production;
- The severity of the problem that can be expected after prolonged use of water.

RESULTS

As already mentioned, the indicators in Annex № 1 of the Ordinance on the quality of irrigation water are adapted to the FAO norms for irrigation water. The different elements are classified in dependence with the similarity of their effect and the problems they may cause. Those which could create two or more problems are classified into the group of the most often encountered problem. The first group of substances causing salinity

могат да се появят проблеми като водопропускливост и токсичност, тъй като pH може да предизвика в зависимост от концентрацията на химичните елементи във водата, активизиране или дезактивизиране на почвения разтвор.

При продължително използване на води с pH с по-ниски стойности може да се получи повишаване съдържанието на разтворими соли на желязото, алуминия, магнезия до токсично за растенията ниво. Респективно при по-високи стойности на pH има опасност от вторично натриево осолонцяване или содообразуване.

Механичният състав на поливната вода е важен фактор за оценка на влиянието на напоителните системи върху околната среда. Неразтворените вещества в поливната вода са от съществено значение. Според някои източници те са реален източник на замърсяване на почвите с тежки метали и други токсични вещества. Според други, това съдържание може да се приеме с позитивно действие върху бедни на органика почви, при условие, че е известен състава на тези неразтворени вещества. Затова е необходимо да се оцени химическия състав на наносите, които постъпват в напоителните полета, като се прецени тяхната полезност или вредност за почвите, растенията и съоръженията в тях.

Най-чувствителни по отношение механичния състав на напоителната вода са системите за капково напояване и микродъждуване при които може да се появи запушване на капкообразувателите и дюзите. При наличие на суспендирани вещества над 100 mg/l, манган, желязо и сулфати над 1,5-2,0 mg/l има сериозна опасност от възникването на технически проблеми [2].

Детергентите като вещества от синтетичен произход при определени концентрации в поливната вода са реален източник за химическо замърсяване както на почвите, така и на растенията.

Нефтопродуктите са нежелани хранителни вещества, но са органични вещества, и подлежат на неизбежна биологична асимилация и постепенна минерализация. При определяне на допустимите стойности, трябва да се вземе под внимание техните отрицателни последици върху вегетативните части на растенията и по-голямо замърсяване на селскостопански продукти в случай на дъждуване в сравнение с гравитачно напояване .

Тези проблеми са приети за основни критерии за оценка на пригодността на водата за напояване. Въз основа на тях авторите на настоящия доклад са разработили и препоръчали лимитирани допустимите стойности на отделните показатели, които служат за оценка на въздействието на водите за напояване по отношение на:

- влиянието на химичните и микробиологичните елементи, тежки метали, арсен, нефтопродукти, цианиди, феноли и други върху системата почва-почвен разтвор-растения.
- поражението от води, чийто киселинен или алкален характер оказват разрушително действие върху хидромелиоративните съоръжения;

За правилната оценка на възниквалите екологични проблеми и решаването им са оценени много фактори като:

- Състав на солите във водата, който може да се очаква да причини някой проблеми;
- Механизъм на взаимодействието “почва– вода – растение“, който преминава в загуба на продукция;
- Тежестта на проблема, който може да се очаква след продължителна употреба на водата.

РЕЗУЛТАТИ

Показателите от приложение № 1 на Наредбата за качествата на водите за напояване са съобразени както вече казахме с нормативите на ФАО за води за напояване. Отделните елементи са подредени в групи в зависимост от сходността на тяхното въздействие и проблемите които предизвикват Тези които са обикновено съпроводени от два или повече проблеми са класифицирани в групата на по-често срещащият

problems includes Na. Ca, Mg and K. The same elements are included also in the group of substances, which cause permeability problems. The importance of the problem is in direct dependence with the soil characteristics. The third main problem, the toxicity one, arises when the concentration of some substances, such as Na, Cl, B, As, heavy metals (Mn^{4+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Co^{4+}, Zn^{2+}, Mo^{4+}, Pb^{2+},Co^{2+}, Se^{4+}, As^{3+}, Cr^{3+}, Li^{+}, Al^{3+}, Be^{2+}, W^{4+}), phenols, cyanides and oil products are over the permissible limits. The fourth group, the miscellaneous problems, includes the substances nitrogen, carbonate and bicarbonate (N, CO_3, HCO_3), and also the water pH.

The research of the scientifically team proved that for some indicators it will be appropriate to adopt higher limit values as the adopted before Ordinance № 18 due to the fact that these elements within certain limits have a positive influence on soil and plants.

For example, the water with a higher content of ammonium nitrogen, phosphorus and potassium have an effect of fertilization on soil and plants.

To determine the impact, which these higher values have on the soil, is made a calculation of the quantities of chemical elements and compounds introduced into the soil (in the 30 cm cultivated layer) with 60m^3 irrigation water, which equals the water amount of one irrigation rate.

The given results show, that the values obtained are far below the limit values in mg per kg soil.

The results of the research, below others the limit values (ELVs) and measures for reduction of the harmful effects of poor quality water on soils, crops and irrigation structures are shown in Table 1.

The limit values of the elements are shown graphically arranged by “problems” in figures 1to 3.

се проблем. В първата група на елементи, които причинят засоляването влизат Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+},K^{+}. Същите елементи са основните и в групата на тези, причиняващи проблема водопропускливост, като значимостта на проблема е в пряка зависимост от характеристиките на почвата. Третият основен проблем-токсичността , възниква при наличието на определени допустими граници на някои елементи като: Na^{+}, Cl+, B^{+}, тежки метали (Mn^{4+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Co^{4+}, Zn^{2+}, Mo^{4+}, Pb^{2+},Co^{2+}, Se^{4+}, As^{3+}, Cr^{3+}, Li^{+}, Al^{3+}, Be^{2+}, W^{4+}) и детергенти. В четвъртата група-други проблеми попадат N, CO_3, HCO_3, както и pH на водата.

Изследванията на колектива доказаха, че за някои показатели е допустимо да бъдат приети по-високи лимитиращи стойности в сравнение съществуващите до излизане на Наредба №18 за водите за напояване на земеделските култури стойности.

Това се дължи на факта, че тези елементи в определени граници влияят положително на почвата и растенията. Например подаването на вода с по-високо съдържание на амониев азот, фосфор и калий имат ефекта на торене на почвата и растенията. За определяне на въздействието, което тези по-високи стойности оказват върху почвата, е направено изчисление на количествата химически елементи и съединения внесени в почвата в 30 cm обработваем слой с една подадена поливна норма.-60m^3. Резултатите показват, че получените стойности в почвата са далеч под пределно допустимите стойности в mg на един kg почва. Резултатите от изследването са дадени таблично в таблица 1.Тя съдържа пределно допустимите стойности (ПДК) и мероприятия за намаляване на вредното въздействие върху почвите, земеделските култури и хидротехническите съоръжения от водите с лошо качество. Пределно допустимите стойности на отделните елементи са дадени графично на фигури 1-3 по отделните проблеми.

Table 1 / *Таблица 1*

	Elements/ *Показатели*	Measure/ *Мярка*	Limit value (ELVs) / *Пределно допустими стойности (ПДК)*	Measures for mitigation of harmful impact / *Мероприятия и мерки за намаляване на вредното въздействие*		
				Soils/ *Почви*	Crops/ *Култури*	Irrigation structure / *Напоителна инфраструк тура*
1	2	3	4	5	6	7
	Salinity / *Засоляване*					
1.	Conductivity Electrical / *Електропроводимост* (Ecw)	µS/cm	2000	Exactly keeping of irrigation depth, Application on light soils with high infiltration rate. Drainage.Leaching / *Точно спазване на полив норми;Прилагане при по-леки почви с високКф Дренаж; Промиване*	Selection of salt tolerant crops / *Подбор на толерантни към засоля-ване култури*	
	Infiltration / *Водопропускливост*					
2.	Sodium / *Натрий* (Na)	mg/dm^3	300	Treatment with Chemicals, Depth tillage / *Третиране с химмелиорант Дълбока оран*	More frequently irrigation/ *Чести полив ки с по-малки полив. норми*	Special amendments to the concrete. Water proofing. Concrete treatment with chemicals / *Специални добавки към бетона. Третиране на бетона с химикали.*
3.	Calcium / *Калций* (Ca)	mg/dm^3	400			
4.	Magnesium / *Магнезий* (Mg)	mg/dm^3	300			
5.	Potassium / *Калий* (K)	mg/dm^3	350			
	Specific Ion Toxicity / *Токсичност*					
6.	Boron/ *Бор* (B)	mg/dm^3	1	Leaching to remove salts. Use the water on the light soils. Furrow irrigation/. *Провеждане на редовно промиване; Използване при по-леки почви; Гравит.напояване*	Plant more chloride salt tolerant crops/ *Използване при усойчиви на хлор-но засоляване култури*	
7.	Chloride / *Хлорни йони* (Cl)	mg/dm^3	300			
8.	Manganese / *Манган* (Mn)	mg/dm^3	0.2 / *0,2*	Irrigation with lower irrigation depth on the crops not for direct human consumption / *Напояване с малки нап.норми на култури, които не се консумират в прясно състояние*		Usage of filters/ *Използва-не на филтри*
9.	Iron / *Желязо* (Fe)	mg/dm^3	5.0 / *5,0*	From 5 to 12 mg/1 - furrow irrigation on forage and grain crops.		

				Up to 20 mg/1 - irrigation only together with Inning on field crops / *При Fe от 5-12 mg/l -се препоръчва гравитачно напояване на зърнено-фуражни култури При Fe>20 mg/l -напояване на полски култури само едновременно с наторяване*		
10.	Copper / *Мед* (Cu)	mg/dm^3	0.2 / *0,2*	Surface irrigation / *Гравитачно напояване*		
11.	Cobalt / *Кобалт* (Co)	mg/dm^3	0.05 / *0,05*	Use no more of 20 years in clay soils / *Да се използва само до 20 години на глинести почви*		
12.	Zink / *Цинк* (Zn)	mg/dm^3	2	To be used only on clay and reach phosphorus soils / *Само при глинести и богати на фосфор почви*	Surface irrigation Production processing/ *Грав.напояване преработка на продукцията*	
13.	Molybdenum / *Молибден* (Mo)	mg/dm^3	0.01 / *0,01*	To be used only on acid with high content of Fe soils / *Да се използва на кисели почви с високо съдържание на Fe*	Surface irrigation *Гравитачно напояване*	
14.	Lead / *Олово* (Pb)	mg/dm^3	0.05 / *0,05*	Keeping ELVs Спазване на ПДК		
15.	Mercury / Живак (Hg)	mg/dm^3	0.001 / *0,001*		At Hg < 0 02 for gravity systems for crops not fresh consumption *До 0,02 mg/l се допуска при грав. напояване на култури, които не са за прясна консумация*	
16.	Aluminium / *Алуминий* (Al)	mg/dm^3	5.0 / *0.5*	Keeping ELVs *Спазване на нормите за ПДК*		
17.	Beryllium/ *Берилий* (Be)	mg/dm^3	0.01 / *0,01*			
18.	Nickel / *Никел* (Ni),	mg/dm^3	0.2 / *0,2*			
19.	Vanadium / *Ванадий* (V)	mg/dm^3	0.1 / *0,1*	At V < 0,1 mg/1 - sprinkler irrigation in alkaline soils: At V<0,5 mg/l –furrow irrigation in organic soils: *<0,1mg/l-при дъждуване на почви с алкална среда <0,5mg/l-гравит.напояване при почви с по-високо съдържание на органика и глина*		
20.	Cadmium / *Кадмий* (Cd)	mg/dm^3	0.01 / *0,01*	Keeping ELVs / *Спазване на нормите за ПДК*		
21.	Selenium / *Селен* (Se)	mg/dm^3	0.01 / *0,01*	Irrigation with small irrigation depth in the regions with high rains and in the clay soils Keeping ELVs - can use for sprinkler irrigation / *Напояване с малки напоителни норми в райони с висока валежна сума и глинести почви. При спазване на ПДК*		
22.	Arsenic / *Арсен* (As)	mg/dm^3	0.1 / *0,1*	Controlling of the ELVs can irrigate some grain crops barley, rice, soybean. For sprinkler irrigation ELVs is up to 0,2 mg/l at irrigation depth per season 180 mm. For surface irrigation ELVs is up to 0 5 mg/l at irrigation depth per season 180 mm/ *При контрол на нормите за ПДК напояване на фуражни и някои зърнени култури-соя, овес,ечемик, ориз; При дъждуване-ПДК до 0,2 mg/l при Мср=180 мм; При гравитачн mg/l-ПДК до 0,5 mg/l при Мср 180*		
23.	Hexavalent chromium / *Хром - шествалентен* (Cr^{+6})	mg/dm^3	0.05 / *0,05*	To be used in fine texture organic soils with pH 6-8 5 *Да се използва на финотекстурни органични почви с pH=6-8,5*	Controlling ELVs can use for sprinkler irrigation / *При спазване на ПДК използва се при дъждуване*	
24.	Trivalent chromium / *Хром - тривалентен* Cr^{+3})	mg/dm^3	0.5 / *0,5*			
25.	Lithium / *Литий*	mg/dm^3	2.5 / *2,5*		Tolerant by the most crops up to 5 mg/l / *Толерантен за повечето култури до 5 mg/l*	
	Other elements / Други показатели					
26.	Ammonium Nitrogen / *Азот амониев* ($N\text{-}NH_4$)	mg/dm^3	5	Used of alternative water sources during the critical periods. *Използване на алтернативни водоизточници през критичните периоди;*	Plant the crops using nitrogen effectively/ *Отглеждане на култури, които ефективно използват азота*	Control of water me-chanical (filters)and chemical / *Механичен контрол (филтри); хим.контро*
27.	Nitrate –Nitrogen / *Азот нитратен* ($N\text{-}NO_3$)	mg/dm^3	20			
28.	Carbonate / *Карбонати* (CO_3)	mg/dm^3	200	Irrigate at night; Increase the speed of sprinkler rotation or use spray heads. Decrease the frequency of irrigation / *Дъждуване през нощта в крит.периоди; Да не се използват ДА разбиващи струята на финни капки Повишавене скоростта на въртене на ДА*		Use a heave concrete Bitumen compounds / *Използване на плътен бетон;битум изиране*
29.	Bicarbonate / *Хидрокарбонати* (HCO_3)	mg/dm^3	300			
30.	Sulfate / *Сулфати* (SO_4)	mg/dm^3	300			
31.	Phosphate / *Фосфати* (PO_4)	mg/dm^3	3			
32.	Active reaction / *Активна реакция (pH)*	unit pH	6-9	At pH outside the normal range may use water with an opposite reaction/ *При pH неотговарящо на*		

				изискванията да се напояват почви с обратна реакция	
33.	Phenolies / *Феноли* (летливи)	mg/dm^3	0.05 / *0,05*	Up to 10 mg/l - only for surface irrigation / *До 10 mg/l – само за гравитачно напояване*	
34.	Zianidies / *Цианиди* (CN)	mg/dm^3	0.5 / *0,5*	Controlling ELVs / *Спазване на нормите за ПДК*	
34.	Oil / *Нефтопродукти*	mg/dm^3	0.3 / *0,3*	Up to 0.5 mg/l - for sprinkler irrigation. Up to 1.0 mg/l - for furrow irrigation/ *До 0,5 mg/l –за дъждуване* *До 1,0 mg/l –за гравитач.напояване*	
36.	Detergent / *Детергенти*	mg/dm^3	1	Controlling ELVs / *Спазване на нормите за ПДК*	
37.	COD /*ХПК*	mg/dm^3	100	Controlling ELVs / *Спазване на нормите за ПДК*	
37.	BOD / *БПК$_5$*	mg/dm^3	25		
39.	Solved solids / *Неразтворени вещества*	mg/dm^3	50	Filter systems for sprinkler& drip irrigation. Setting basins / *Системи за пречистване при дъждув.и капково.напояване; утайници*	
40.	Total kolititar / *Общ коли-титър*	cm^3	Up to 0.1 / *0,1*	Restrictions on irrigation of fruit and vegetables for fresh consumption/*При дъждуване на плодове и зеленчуци за прясна консумация*	
41.	Escherichia kolititar / *Ешерихиа коли-титър*	cm^3	Up to 0.1 / *0,1*	Only for surface irrigation of cereal and industrial crops/*При гравитачно напояване на зърнено-житни и технически култури*	

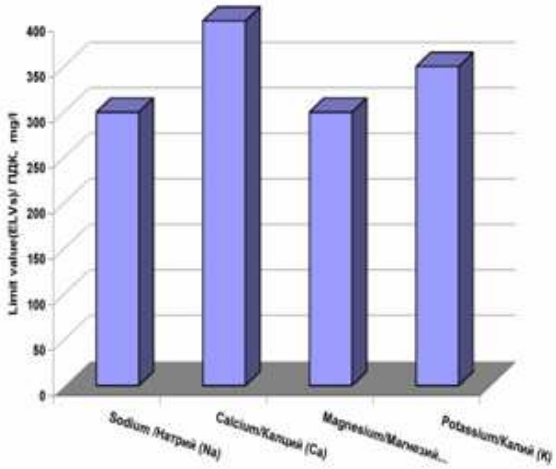


Fig.1 - Permeability / *Водопропускливост*

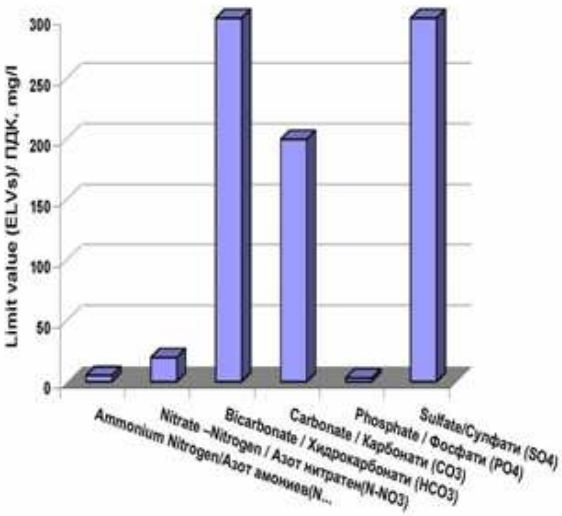


Fig.2 - Other problems / *Други проблеми*

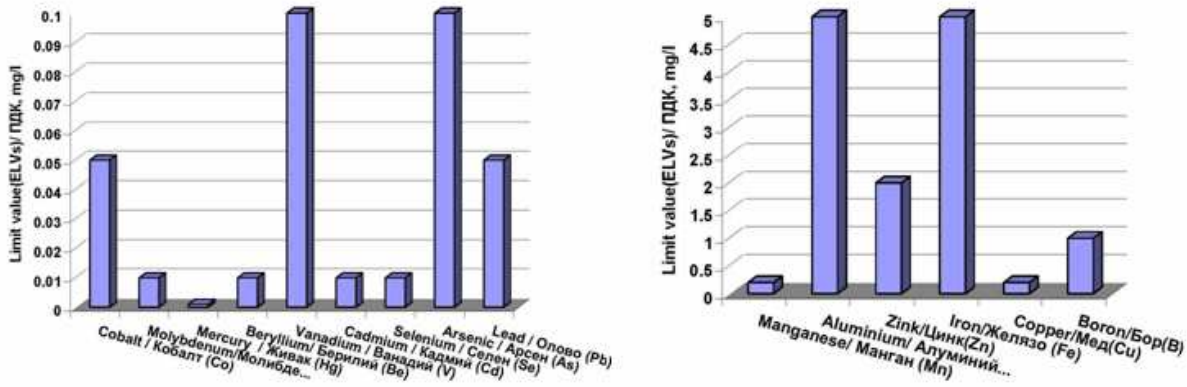


Fig. 3 – Specific Ion Toxicity / *Токсичност*

CONSLUCIONS

Sustainable management of the irrigation water quality requires monitoring and environmental assessment of each stage of the investment process - design, construction and operation of irrigation systems. Compliance with the ELVs, the conditions and recommendations for irrigation with water containing harmful elements, and specific measures to curb the violation of ecological balance in the irrigated areas are conditions to achieve a qualitative effect on irrigation,

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устойчивото управление на качествата на водите за напояване изисква мониторинг и екологична оценка на всеки етап от инвестиционния процес – при проектирането, строителството и експлоатацията на напоителните системи. Спазването на ПДК, условията и препоръките при напояване с води, съдържащи вредни елементи, както и конкретните мерки за ограничаване нарушаването на екологичното равновесие в напояваните площи, са условия за

conservation of production and the environment in the irrigation systems.

The investigation has shown that the irrigation with water with high content of ammonium nitrogen, phosphate and potassium has an effect of fertilization on soil and plants and the limit values for them can be set higher.

The values of the individual indicators in Table № 1 can be used as a practical tool for:

- assessment of the impact of irrigation water on soil, plants and irrigation facilities;
- prediction of harmful effects, resulting from the use of water with certain chemical elements concentrations, exceeding the MAC;
- selection of measures for reduction harmful effects of water unfit for irrigation

Acknowledgement

This work was supported by National Agency for Irrigation - Sofia, Ministry of Agriculture project number 317/2008.

REFERENCES

[1] Bauder T.A. G.E. Cardon R.M. Waskom, and J. G. Davis (2004) - *Irrigation Water Quality Criteria*, Colorado State University Cooperative Extension;
[2]. FAO, Water Quality for Agriculture (1985) - Irrigation and Drainage Paper, Rev. 1., Roma;
[3] Vladimirova I. (2006) - Evaluation of the pressure and impact on groundwater in Bulgaria with regard to nitrogen pollution from agricultural non-point sources. NATO ASI series: Management, (Bio)technological, and Political Approaches to Avoid Conflicts, Varna, October;
[4] Banishka N., A. Stojanova (2008) - *Environmental assessment of the influence of different regimes of management of the groundwater on the drainage flow*, "Agricultural science", Sofia;
[5] Marinova S., N.Gadjalska (2004) - *Establishing the effect on the yield from the use of sludge and wastewater from the WWTP in irrigated land*, "Agricultural Engineering", Vol.3, Sofia;
[6] Ordinance No 18 of 27.05.2009 on the quality of water for irrigation of agricultural crops. (State gazette No.43/ 09.06.2009).

постигане на ефект от напояването- опазване на продукцията и околната среда в напоителните системи.

Изследванията на колектива доказаха, че напояването с води с по-високо съдържание на амониев азот, фосфор и калий имат ефекта на торене на почвата и растенията и съответно допустимите норми за тях могат да бъдат завишени.

Стойностите на отделните показатели в таблица № 1 могат да се използват като практическо помагало при:

- оценка на въздействието на поливната вода върху почвата, растенията и хидромелиоративните съоръжения;
- прогнозиране на вредното влияние вследствие на използването на води с определени концентрации на химически елементи превишаващи ПДК;
- избора на мероприятия за намаляване на вредното въздействие от негодни води за напояване.

Aknowlegement

Тази разработка е финансирана от Изпълнителната агенция по хидромелиорации към МЗХ проект № 317/2008.

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Bauder T.A. G.E. Cardon, R.M. Waskom, and J. G. Davis (2004) - *Irrigation Water Quality Criteria*, Colorado State University Cooperative Extension;
[2] FAO, Water Quality for Agriculture (1985) - Irrigation and Drainage Paper, Rev. 1;
[3] Vladimirova I. (2006) - Evaluation of the pressure and impact on ground water in Bulgaria with regard to nitrogen pollution from agricultural non-point sources. NATO ASI series Management, (Bio)technology cal, and Political Approaches to Avoid Conflicts, Varna,October;
[4] Банишка Н., А. Стоянова, (2008) - *Екологична оценка на влиянието на различните режими на управление на подпочвените води върху качеството на дренажния отток.* – Растениевъдни науки, София
[5] Маринова Св., (2004) - *Н.Гаджалска Установяване ефекта върху добива от съвместното използванена утайки и отпадъчни води от ПСОВ при поливни условия*, сп. Селскостопанска техника, кн.3, София.
[6] Наредба № 18 за качествата за напояване на земеделските култури, (Д.В.бр.43/09.06.2009 г.)

SUSTAINABLE CONTROL OF DANUBE WETLANDS
/
УСТОЙЧИВ КОНТРОЛ НА ВЛАЖНИТЕ ЗОНИ ПО Р. ДУНАВ

Assist. Prof. D.Sc. Eng. Tadjer J., Ph.D. Cand. Dipl. Eng. Cazanescu S., Asst. Eng. Grancharova El.
RILRAM Sofia
Tel: +359888208947; E-mail: jack_tadger@yahoo.com

Abstract: *Wetlands along the Danube are particularly important to ensure environmental stability.On the other hand, their existence should not be a prerequisite for unpredictable natural phenomena.*
The report offers an effective means of flood control and conservation of agricultural lands and settlements adjacent to existing wetlands This control is achieved by concrete modules for protection. The proposed environmental intervention is highly relevant for the flood-prone lands, especially for the Romanian left bank of river. As examples, are considered areas around the towns Rast and Vidin.

Keywords: *environment protection.*

INTRODUCTION

Bulgarian bank of the Danube river is right and is threatened by erosion. In turn, the Romanian coast is lower and vast agricultural areas and cities are threatened by floods. The adjustment of the river should not jeopardize the integrity of the wetlands, but it needs to be a prerequisite for exclusion of erosion processes and catastrophic events caused by the floods.

The velocity of the erosion of the coast can be derived by the figure 1.

For 31 years the maximum detected erosion can be estimated as 35 m. The average velocity of the erosion is about 1 m/year.

Today, the velocity of the erosion increases because the steeped parts of the coast are reached by the river.

The VIDIN MUNICIPALITY INITIATIVE aims to correct and prevent from erosion the part of the Danube River Coast between Baba Vida Castle and the Ferry Boat Vidin-Calafat (fig. 2).

The length of the protected zone is 1500 m.

The purpose of the protection is to restore the coast and create possibility for additional buildings.

The expectations are:

- to protect and to stop the erosion of the coast neighbouring on the Baba Vida Castle and the Ferry Boat;
- to enlarge the industrial zone of Vidin;
- to create and develop tourism opportunities with the addition of a yacht port and improvements for a rowing center;
- to facilitate the construction of additional buildings.

An analogous the Romanian side were also taken measures against floods. Of particular importance measures are relevant to the town of Rast. Floods in 2007 resulted in major damage and reminded about the actuality of the problem (fig. 3).

Резюме: *Влажните зони по поречието на р. Дунав са от особено важно значение за устойчивостта на околната среда в региона. Съществуването им обаче не би трябвало да е предпоставка за непредсказуеми природни феномени.*
Докладът предлага ефективен способ за контрол на наводненията и съхранението на земеделските земи в съседство с влажните зони. Контролът може да се реализира с помощта на Модулът за хидротехническо строителство. Предлаганата интервенция е изключително удобна за заливаеми зони и по специално за румънския ляв бряг на р. Дунав. Като примери са дадени зони около градовете Видин и Раст.

Ключови думи: *опазване на околната среда.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Българският бряг на р. Дунав е десен и е по-застрашен от ерозия. На свой ред румънският бряг е по-нисък и огромни земеделски площи и населени места са застрашени от наводнения. Корекцията на реката не би трябвало да застрашава цялостта на влажните зони, но е необходимо тя да е предпоставка за изключването на ерозийни процеси и бедствени явления предизвикани от наводненията.

За размера на средната ерозия на българският бряг в района на гр. Видин може да се добие представа от фиг.1.

За 31 години максималната измерена ерозия е 35 m. Средната скорост на ерозията е около 1 m/год.

Днес скоростта на ерозията нараства поради заливането на терасираните участъци.

По инициатива на община Видин ерозиралите участъци от брега на р. Дунав между Бабини Видини кули и ферибота Видин-Калафат бяха коригирани и превантивно укрепени (фиг. 2).

Дължината на защитената зона е 1500 м.

Целта на брегозащитата е да възстанови брега и да създаде условия за строителство.

Очаква се:

- да се спре ерозията и брега да се укрепи в района на Бабини Видини кули и ферибота,
- да се увеличи промишлената зона на Видин,
- да се създадат условия за развитие на туризма с възможности за яхтено пристанище и гребна база;
- да се създадат условия за допълнително строителство.

Аналигично от румънска страна бяха предприети също така мерки срещу наводненията. От особено значение мерките са релевантни за гр. Раст. Наводненията през 2007 доведоха до големи щети и напомниха за актуалността на проблема (фиг. 3).

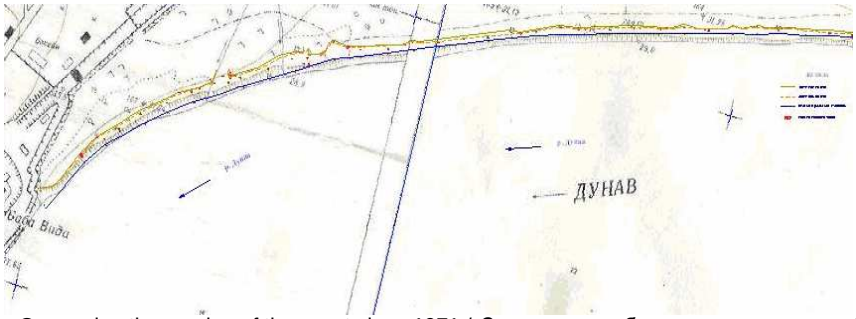


Fig. 1 - Comparing the erosion of the coast since 1971 / *Сравнение на бреговата ерозия от 1971г.*

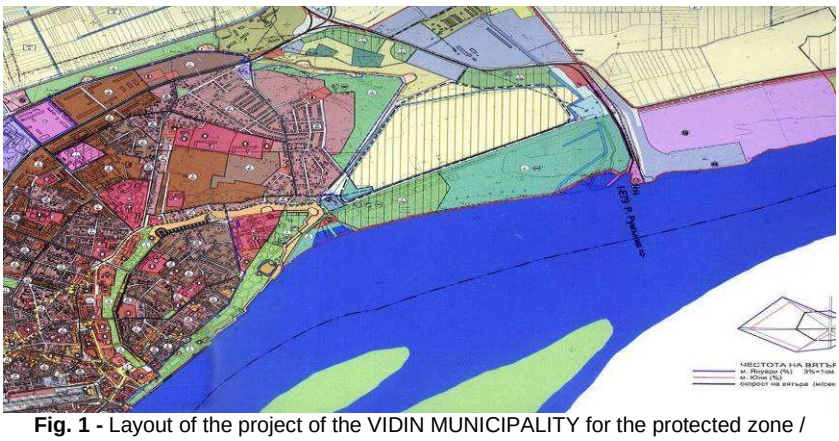


Fig. 1 - Layout of the project of the VIDIN MUNICIPALITY for the protected zone / *План на проекта на община Видин на защитената зона*

MATERIAL AND METHOD

There is an effective means to prevent danger zones. It can be done by Module for protection. The average velocity of the coast erosion.

The velocity of the erosion of the coast can be derived by the figure 2.

For 31 years the maximum detected erosion can be estimated as 35 m.

The average velocity of the erosion is about 1 m/year.

Today, the velocity of the erosion increases because the steeped parts of the coast are reached by the river (fig. 3).

The module for protection is an attempt to create some different construction of the tetrapod [1, 2, 3 and 4]. The presumption is that for the river coast protection it is not necessary to use a heavy tetrapod construction (because of the less hydrodynamic charge). The lower weight gives the possibility to use the module at the soft rivers grounds where the ordinary constructions are getting stuck.

The module for protection (MP) is a concrete body. The module consists of tree or four walls fig. **4**. These walls are connected with the help of six strips and four triangle apexes. The MP can be empty inside but it can be made as an ordinary tetrapod construction without emptiness.

RESULTS

The difference between the well known tetrapod is that the MP is empty inside (fig. 4) and with the original shape. This new shape gives the possibility the new technology to be used without mechanization and in the places without roads.

The concrete could be prepared by the deposit drift, reinforcement and cement. Its tree or four walls can be made with different thickness and this fact allows the varying weight of the module (fig. 5).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Съществува ефективен способ за превенция на застрашени зони. Той може да се реализира с помощта на Модул за хидротехническо строителство. Средна скорост на ерозиране на брега.

Представа за скоростта на ерозия на брега може да се добие от фиг.2.

За 31 години максималната измерена ерозия е 35m.

Средната скорост на ерозията е около 1 m/год.

Днес скоростта на ерозията нараства поради заливането на терасираните участъци (фиг. 3).

Модулът за хидротехническо строителство [1, 2, 3 и 4] се различава конструктивно от тетрапода. Презумпцията е, че за брегозащитата не е необходимо да се ползват тежките тетраподи (поради по-малкото хидродинамично натоварване). По-малкото тегло дава възможност модула да се използва при размиваеми речни легла, където е необходимо конструкцията да се закотви добре.

Модулът за хидротехническо строителство е изграден от бетон. Има три или четири стени (фиг.4), свързани с шест ивици и четири триъгълни върха. Модулът за хидротехническо строителство е възможно да бъде изпълнен кух отвътре за разлика от традиционните тетраподи.

РЕЗУЛТАТИ

Модулът за хидротехническо строителство изпълнен като кухо тяло (фиг. 4) и е с оригинална форма. Тази форма дава възможност да бъде използувана нова технология без механизация и на места без пътна комуникация.

Бетона може да се приготвя от отложени наноси, арматура и цимент. Производството на модула с три или с четири стени и с различна дебелина позволява вариации с теглото му (фиг.5).

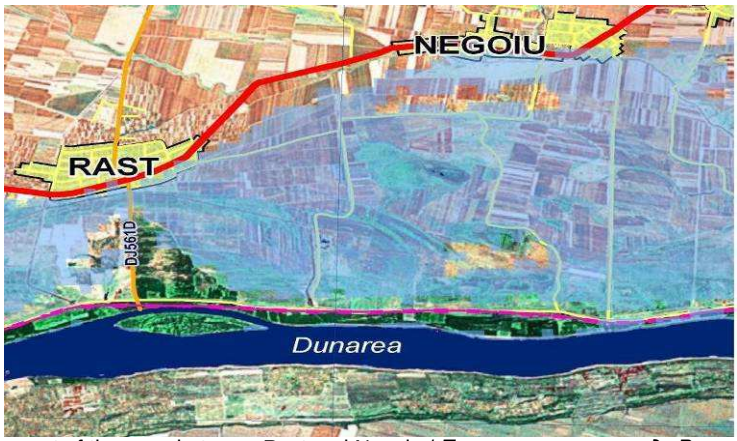


Fig. 3 - Layout of the zone between Rast and Negoiu / *План на зоната между Раст и Негоиу*

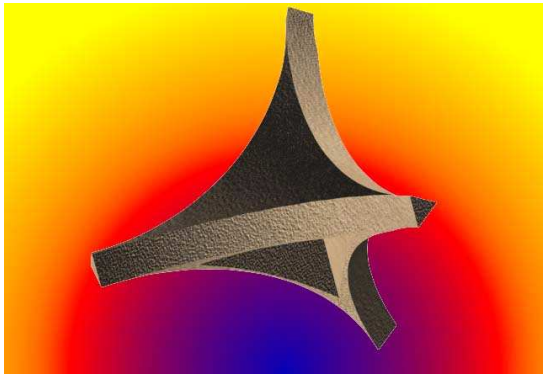


Fig. 4 - Module for Protection hollow construction / *Модул за хидротехническо строителство*

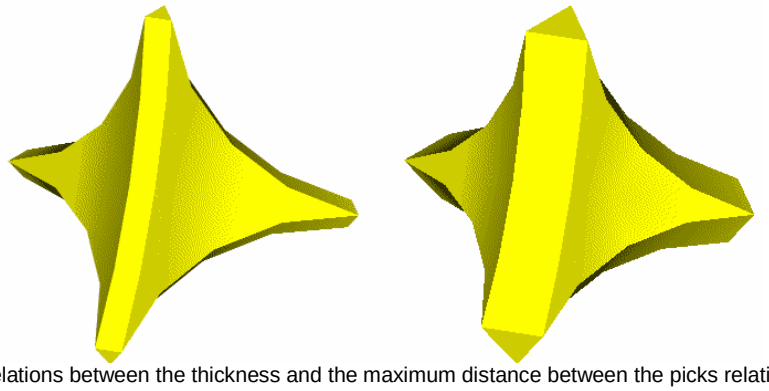


Fig. 5 - Different relations between the thickness and the maximum distance between the picks relatively 0.08 and 0.2. / *Модули с различни отношения между максимално разстояние между върховете и дебелина на стените 0.08 и 0.2.*

Fig. 6 - State of the area near Vidin at high water level of the Danube river / *Високо водно ниво в р. Дунав при Видин*

Fig. 7 - State of the area near Rast at high water level of the Danube river / *Високо водно ниво в р. Дунав при Раст*

CONCLUSIONS

Submitted areas shown on figures 6 and 7 of Bulgarian and Romanian side are not alone. They can be seen in the other sections of river.

Selected selected examples are given only to illustrate the proposed method for the prevention of threatened land and regulating the sustainable limits of the wetlands.

The method allows the construction of temporary facilities, which can then be removed.

Interventions both in the riverbed and on strengthening the coastline should be introduced step by step and it very carefully. For example, it is better to initially build only small area and then to make other improvements. Such interventions are needed to establish filtration processes for a given area and required sary Is it entirely or to be raised enough to be fenced and drained if necessary.Such interventions are needed to assess filtration processes for a given area and are there the nessecity to be raised enough or to be fenced and drained for the flood period.

REFERENCES

[1]. Tadger J. (1998) - *Module for protection - nonconventional method of approach and opprtunity for an environmental protection*, Proc. RILRAM, v. XXV, pp. 320-321;

[2]. Tadjer, J. (2010) - *Module for river bed and coast protection*, 7th International Conference on Bridges across the Danube 2010, “Theory and practice in bridge engineering”, October 14-15.2010, pp. 301-305, Sofia, Bulgaria.

ИЗВОДИ

Представените зони от българска и румънска страна не са единствени фиг 6 и 7. Те могат да се видят и в други участъци на реката.

Избраните примери са само за илюстрация на предлаганият метод за превенция на застрашените земи и регулирането на устойчиви граници за влажните зони.

Методът позволява и построяването на временни съоръжения, които впоследствие могат да бъдат премахнати.

Интервенциите както в речното корито, така и по укрепването на бреговата ивица трябва да се въвеждат стъпка по стъпка и то много внимателно. Например добре е първоначално да се изгради по-малка област и впоследствие да се правят и други подобрения. Такива интервенции са необходими с цел установаване филтрационните процеси за даден район и необходимо ли е той изцяло да бъде повдигнат или е достатъчно да бъде ограден и отводнен в случай на нужда.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Таджер Ж. (1998) - *Модулът за хидротехнически съоръжения – неконвенционален подход и възможност за екологическа защита*, Известия на ИХМ, т. XXV с. 320- 321;

[2]. Tadjer J. (2010) - *Module for river bed and coast protection*, 7th International Conference on Bridges across the Danube 2010, “Theory and practice in bridge engineering”, October 14-15.2010, pp. 301-305, Sofia, Bulgaria.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF CLASSICAL AND SELECTIVE PESTICIDES APPLICATION IN APRICOT AND APPLE ORCHARDS
/
TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA KLASIČNE I SELEKTIVNE APLIKACIJE PESTICIDA U ZASADIMA KAJSIJE I JABUKE

Ph.D. Eng. Sedlar Al., Ph.D. Eng. Bugarin R., Ph.D. Eng. Turan J., Prof. Ph.D. Eng. Đukić N.
University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Serbia
Tel: +381 21 4853 363; E-mail: alek@polj.uns.ac.rs

Abstract: *Increasing of agricultural products consumption through a trans-disciplinary approach leading to high quality produce from environmentally safe sustainable methods is one of modern agricultural production aims. Planting and caring of the orchard demands significant financial resources, but as well it secures gain. Special attention to the care of the orchard deserves the protection against illnesses and pests. Chemical protection is the most commonly used of all measures of plant protection. Chemical protection of orchards usually is performed by air assistance sprayers.Class and type of air assistance sprayer affects on the quality of work, and by it the efficiency of applying the pesticide.*

Excellent solution presents usage of sensors which would be adapted on air assistance sprayers and give data regarding the size of plants and health condition

Sensors provide new way of application. That is selective application and it is environmentally safe sustainable methods of pesticide application.

This paperwork analyze chemical protection of apricort orchards with air assisted sprayer.

Tehno-economic analysis is primary view poit in this work. It was sprayed thirteen years old apple orchard and three years old apricort orchards with classic and selective way of application with the same type of air assisted sprayer. Different type of application was in aim to get better view of techno-economical and ecological aspect of this application methods. In aim of selective application air assisted sprayers is equiped with ultrasonic sensor for tree detection. Tehno-economic analysis point to justification and worthwhile of selective pesticide application according to economic and exploitation aspect. A techno-economical analysis showed that selective application rates should be introduced in practice to areas bigger than 3 hectares given that the cost of their introduction only pay off after 2-3 seasons. Every subsequent season a clear economic profit can be achieved.

Keywords: *tehno-economic, apple and apricort orchard, air assisted sprayers, pesticide application.*

INTRODUCTION

Apple occupies the top position in the world with respect to the continental fruit sorts production and fresh fruit usability value (Keserović, 2008). Around 47 x 10^6 t of this fruit is produced per year. Apricot is grown more or less successfully on the continents all over the world. The best conditions for its production can be found in the regions with moderate, Mediterranean climate which is why such regions have intense commercial production of apricots (Keserović 2008). The largest apricot producer is Turkey which holds 20% of the total apricot world production. In the structure of fruit production in Serbia, apricot holds the eighth position and apple is in the second position. The occurrence of diseases during the years with favorable conditions for pathogen development can be an important aspect of economic damages which is why the efficient measures for the control of diseases and their causes have been studied (Aleksić, 2010).

It could be said that modern production of apples and apricots is impossible without chemical protection. During the

Rezime: *Povećanje površina pod višegodišnjim zasadima je trend u Srbiji zadnjih dvadeset godina. Podizanje i nega zasada iziskuje velike troškove, ali donosi i velike dobiti. Hemijska zaštita jeste jedna od najzahtevniji mera, kako sa aspekta uspešnosti proizvodnje, tako i sa ekonomskog i ekološkog aspekta. U cilju povećanja efikasnosti i smanjenja troškova aplikacije pesticida sprovedana su ispitivanja u ovom radu. Cilj ispitivanja je bio da se ukaže na eksploatacione-ekonomske prednosti primene orošivača opremljenih za selektivnu aplikaciju pesticida.*

Selektivna aplikacija podrazumeva opremanje klasičnog orošivača sa senzorima za identifikaciju stabala.

Tehno-ekonomska analiza je primarni zadatak ovog rada. Tretiran je trinaest godina star zasada jabuke i tri godine star zasad kajsije tokom jedne sezone.

Zasadi su tretirani sa klasičnim i orošivačem opremljenim za selektivnu aplikaciju.

Različiti tipovi aplikacije su primenjeni u cilju boljeg sagledavanja tehno-ekonomskog i ekološkog aspekta navedenih tipova aplikacije. ehno-ekonomska analiza tretiranja starog zasada jabuke i mladog zasada kajsije je pokazala da selektivna aplikacija obezbeđuje veći učunak uz smanjenje troškova tetiranja. Rezultati ispitivanja ukazuju na činjenicu da selektivnu aplikaciju treba uvoditi na površinama većim od 3 hektara jer se onda troškovi opremanja orošivača, prikazani u ovom radu, isplate posle 2-3 sezone.

Svaka naredna sezona predstavlja čist ekonomski profit. Pored ekonomskog profita tu je i ekološki efekat, koji se ogleda u smanjenju zagađenja životne sredine, a koji je finansijeki nemerljiv.

Ključne reči: *orošivač, zasadi jabuje i kajsije, selektivna aplikacija, tehno-ekonomska analiza.*

UVOD

Jabuka se nalazi na prvom mestu u svetu po proizvodnji kontinentalnog voća, kao i na prvom mestu po upotrebnoj vrednosti plodova u svežem stanju. U svetu se godišnje proizvede oko 47 x 10^6 t ovog voća. Kajsija se proizvodi sa većim ili manjim uspehom na svim kontinentima sveta. Najbolje uspeva u oblastima sa blagom, mediteranskom klimom, usled čega se u takvim oblastima intenzivno komercijalno uzgaja (Keserović 2008). Najveći proizvođač kajsije je Turska u kojoj se proizvodi preko 20 % od ukupne svetske proizvodnje. U strukturi voćarske proizvodnje u Srbiji, kajsija se nalazi na osmom mestu, a jabuka na drugom mestu. Ekonomske štete nastale prisistvom bolesti u godinama povoljnim za razvoj patogena mogu biti značajne, pa se stoga radi na proučavanju prouzrokovača i iznalaženju efikasnih mera za njihovo suzbijanje (Aleksić, 2010).

Možemo reći da je savremena proizvodnja jabuke i kajsije nezamisliva bez hemijske zaštite. Broj tretmana

vegetation period the number of apple protection treatments ranges between eleven and fifteen, and for apricot between five and seven. The most important factors influencing the application process are: type and characteristics of the plants, the weather conditions during the treatment, time of the application, choice, setting and characteristics of the air assisted sprayer, type and characteristics of pesticides, mode of application, motivation and skills of the aggregate operator (Bugarin, 2008). In recent years, besides the conventional application the selective application has also been used. Numerous projects have been undertaken in order to produce the sensors which are necessary for selective application and which would identify the tree or a diseased plant (Sedlar, 2008). Balsari and Van de Zande (2007) have discussed about those sensors and called them the CHS and CIS sensors. The CHS sensors (sensors for identification of the crop health status) are optical sensors that measure the wavelength of light reflection of healthy and diseased plants. The CIS (sensors for crop identification system) are ultrasound sensors that identify the presence of a tree. These sensors are of particular importance to the apricot plantations which are characterized by large inter-row distance (4x5 m; 5x5 m).

The researches performed all over the world have shown that the use of these sensors can achieve the saving of liquid for even 70% in case of a young plant, and 30% in case of a mature plant (Stahli, 2003). During the initial years of orchard development, there is a lot of ''empty space" which increases the drift, that is, the airborne pesticide drift into the atmosphere or to the ground. In 2000, Koch and Weisser were observing the possible savings by using the optical sensors, produced by JacoLogic system, in the process of selective spraying. The treatment was performed on a cherry tree in the period from the flowering stage to the stage of fallen –off leaves. The research results showed 50% drift reduction on the cherry plant in comparison to the conventional spraying. Thus, by equipping the air assisted sprayer with the sensors for tree identification it is possible, with minor investments, to achieve huge savings in the consumption of pesticides and reduce the drift since the treatment is applied in the space between the plants (Sedlar, 2009).

Mago and Dimitrievtis (2006) analyzed the economic advantages of selective pesticide application for different production conditions and plant vigor. The authors performed the research under the assumption that the selective application would save pesticide liquid and improve the work effect. The attached air assisted sprayer type "Kertitox bora 200", available at purchase price of €8.250, was aggregated with the tractor type MTZ-82 which was available at the purchase price of €16.100. The air assisted sprayer was equipped with one console and six more sensors at both sides. Each sensor turned on and off one nozzle at the time. The estimated cost of this adjustment was €10.000. This type of machinery was analyzed from the economic aspect in the experiments conducted in 50 ha orchards and 30 ha vineyards during one season and all stages of plant development. The cost analysis (fuel consumption, labor, use of water and pesticides, amortization and maintenance) shows that the adjustment of air assisted sprayer is cost effective in the period of seven years. The investment necessary for the adjustment is returned after seven years of exploitation of the above mentioned land areas.

MATERIAL AND METHOD

The techno-economic analysis was performed by monitoring the treatment of 13 year old apple plants. The plantation of Idared sort was of slender spindle type, established on M9 surface. It was planted in degraded chernozem soil with 3 % humus, and the inter-row distance was 4

kod zaštite jabuke se kreće između jedanaest i petneast, a kod kajsije između pet i sedam tokom vegetacije. Najznačajniji činioci koji utiču na proces aplikacije su: vrsta i karakteristike zasada, vremenski uslovi u kojima se izvodi tretiranje, momenat primene, izbor, podešenost i karakteristike orošivača, vrsta i osobine pesticida, način rada, obučenost, motivisinost i umešnost rukovaoca agregata (Bugarin, 2009). Osim klasične aplikacije, zadnjih godina je u svetu prisutna i selektivna aplikacija. Poslednjih godina je u svetu rađen veliki broj projekata radi proizvodnje senzora, neophodnih za selektivnu aplikaciju, koji bi indetifikovali stablo ili obolelost biljki (Sedlar, 2008). O takvim senzorima govore Balsari i Van de Zande (2007). godine i nazivaju ih CHS i CIS senzori. CHS senzori (senzori za identifikaciju zdravstvenog stanja biljke) su optički senzori, koji rade na principu merenja talasne dužine svetlosne refleksije zdrave i bolesne biljke. CIS (senzori za identifikaciju stabla) su ultrazvučni senzori koji identifikuju prisustvo stabla. Ovi senzori su posebno značajni u zasadima kajsije jer njih odlikuje veliki međuredni razmak (4x5 m; 5x5 m).

Svetska istraživanja su pokazala da upotreba ovih senzora može da doprinese uštedi tečnosti za čak 70 % u mladom zasadu, odnosno 30 % kod veoma razvijenog zasada (Stahli, 2003). U prvim godinama razvoja prisutno je mnogo „praznog prostora" u voćnjaku što povećava drift, odnosno odnošenje pesticidne tečnosti vazdušnim strujanjem u atmosferu ili na zemlju. Koch i Weisser su 2000. godine pratili uštede pri selektivnom tretiranju uz pomoć optički senzora proizvođača JacoLogic system. Tretirani su zasadi višnje od faze cvetanja do faze opadanja lišća. Rezultati istraživanja ukazuju na to da je u zasadu višnje došlo do redukcije drifta od 50 % u odnosu na konvencionalno tretiranje. Opremanjem orošivača senzorima za identifikaciju stabala moguće je, uz relativno mala ulaganja ostvariti velike uštede u potrošnji pesticida i smanjiti drift, jer u prostorima između biljaka u redu ne bi bilo tretiranja (Sedlar, 2009).

Mago i Dimitrievtis (2006) analiziraju ekonomske prednosti selektivne aplikacije pesticida u različitim proizvodnim uslovima i bujnostima zasada. Pretpostavka od koje su autori krenuli u ispitivanje je da će se selektivnom aplikacijom ostvariti ušteda pesticidne tečnosti i povećati radni učinak. Vučeni orošivač tip „Kertitox bora 2000", nabavne vrednosti od 8.250 eura, je agregatiran sa traktorom MTZ-82, nabavane vrednosti od 16.100,00 eura. Orošivač je opremljen sa jednom konzolom na čije je obe strane postavljeno po šest senzora. Svaki senzor uključuje i isključuje po jedan rasprskivač. Cena ove adaptacije je 10.000,00 eura. Ovako opremljena mašina je analizirana sa ekonomskog aspekta kroz oglede sprovedene u voćanjacima površine 50 ha i vinogradima površine 30 ha tokom jedne sezone u svim fazama razvoja zasada. Analiza svih troškova (utrošak goriva, rada, vode, pesticida, amortizacija i održavanje) je pokazala da je adaptacija orošivača na ovakav način ekonomski isplativa na sedmogodišnjem nivou. Ulaganja koja adaptacija zahteva se vrate posle sedam godina eksploatacije na gore pomenutim površinama.

MATERIJAL I METOD RADA

U cilju sprovođenja tehno-ekonmske analize praćeno je tretiranje zasada jabuke starog trinaest godina. Zasad je podignut na podlozi M9, uzgojnog oblika vitko vreteno, sorta ajadared. Zemljište je degradirani černozem sa 3 % humusa, međuredni razmak 4 x 1,6 m. Zasad jabuke je

x 1.6 m. The plantation was treated twelve times during 2009.

In 2010, besides the apple plantation, two apricot plantations were also treated, whereat the results of one of the treated apricot plantations were presented by the techno-economic analysis. In 2007 the apricot plantation was established on chernozem soil and flat terrain. The inter-row distance between the apricot trees of open center crown shapes was 4.5 x 4 m. The NS-4 and NS-6 sorts were dominant in the plantation.

The treatment was conducted by air assisted sprayer ''DDM 1000" type, produced by DalDeganMorava, which was aggregated with the tractor ''MTZ 82". The air assisted sprayer was towed and had the tank volume of 1000 l (Figure 1).

tretiran dvanaest puta tokom 2009 godine.

Osim zasada jabuke, tokom 2010. godine, tretirana su i dva zasada kajsije od kojih će rezultati tretiranja jednog biti prikazani kroz tehno-ekonomsku analizu. Zasad kajsije podignut je 2007. godine na černozemu i dosta ravnom terenu. Stabla kajsije su zasađena ma međurednom razmaku 4,5 x 4 m, sa uzgojnim oblikom u vidu kotlaste krune. U zasadu su zastupljene sorte novosadska rodna, NS-4 i NS-6.

Tretiranje je obavljeno orošivačem „DDM 1000", firme DalDeganMorava, koji je bio agregatiran sa traktorom „MTZ 82". Orošivač je vučeni, zapremine rezervoara 1000 l (slika 1).

Fig. 1 - Agregate tractor „MTZ 82" and air-assisted sprayer „DDM 1000" /
Traktor „MTZ 82" agregatiran sa orošivačem „DDM 1000"

The air assisted sprayer was equipped with the ''Lechler"nozzles of yellow and red color, marked TR 80-02 and TR 80-04. The nozzles with 8 bar pressure and yellow color codation, 2 x 6 pieces, were used for the treatment. During the treatments the capacity of air current was 50.000 m^3/h and the working speeds were 5 and 6 km/h for apricot and apple treatments, respectively. The application rates for the given parameters were 406.4 l/ha for the apricot treatment and 381 l/ha for apple treatment. For the purpose of selective application air assisted sprayer was fitted with air-tower, vertical support of the sprayer and ultrasound sensors UM30-1_111/5 produced by German manufacturer "Sick".

The amount of liquid that remained in the tank during the selective application was measured by checking the time of the tank discharge with respect to the given capacity of air assisted sprayer for the given working parameters, and by discharging the liquid into the graded barrel.

Apart from the calculation of the actual application rate, exploitation and fuel consumption were also measured during the plants treatment. The gathered data were processed in ''Excel" program for the techno-economic analysis.

RESULTS

The techno-economic analysis of apple and apricot plantation treatments was performed with the aim of determining the cost-effectiveness and work saving of those treatments.

Considerable saving was achieved by the selective application on the young apricot plants. The application rate was reduced by 17.78 %, which meant that the actual rate was 334.14 l/ha instead of the expected rate of 406.4 l/ha. The rate of conventional application was 418.99 l/ha due to the losses caused by the untimely turning the air assisted sprayer at the end of the pass.

Table 1 shows how the selective application provided the covering of an area that was 54 ares larger, whereby the expected rate of 406.4 l/ha for both orchards covered 2.88 ha instead of 2.34 ha which was achieved by the conventional application. Since the water source was located 500 m away from the plantation, the aggregate driver had to travel 1 km to

Orošivač je opremljen rasprskivačima „Lechler", sa uloščima raspršivača žute i crvene boje, oznake TR 80-02 i TR 80-04. Za tretiranje su korišćeni raspršivači žute kolor kodacije, 2 x 6 komada, koji su radili sa pritiskom 8 bar. Definisan je kapacitet vazdušne struje od 50.000 m^3/h i radna brzina 5 km/h pri tretiranju kajsije, odnosno 6 km/h pri tretiranju jabuke. Norma tretiranja je pri zadatim parametrima iznosila 406,4 l/ha u kajsiji, odnosno 381 l/ha kod tretiranja jabuke. U cilju selektivne aplikacije orošivač je opremljen usmerivačkim tornjem, vertikalnim nosačem raspršivača i ultrazvučnim senzorima UM30-1_111/5, nemačkog proizvođača „Sick".

Količina tečnosti koja je ostajala u rezervoaru kod selektivene aplikacije je merena proverom vremena pražnjenja rezervoara, uz poznatu vrednost kapaciteta orošivača za date radne parametre, kao i ispuštanjem tečnosti u graduisano bure.

Tokom tretiranja zasada, osim preračunavanja stvarne norme tretiranja, praćeni su eksploatacioni učinak i potrošnja goriva. Svi dobijeni podaci su obrađeni u kompijuterskom programu „Excel" za potrebe tehno-ekonomske analize.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U cilju utvrđivanja ekonomske isplativosti i eksploatacionih ušteda koji se ostvaruju primenom selektivne aplikacije izvršena je tehno-ekonmska analiza tretiranja sprovedenih u zasadu jabuke i kajsije.

Primena selektivne aplikacije u mladim zasadima kajsije je dala značajne uštede. Selektivna aplikacija je obezbedila smanjenje norme za 17,78 %, pa je stvarna norma iznosila 334,14 l/ha umesto projektovane 406,4 l/ha. Primenu klasične aplikacije je pratila stvarna norma od 418,99 l/ha usled gubitaka koji se javljaju zbog nepravovremenog uključenja i isključenja orošivača na krajevima prohoda.

Iz tabele 1. se vidi da je selektivna aplikacija obezbedila povećanje površinskog učinka za 54 ara, pa on pri istoj projektovanoj normi od 406,4 l/ha iznosi 2,88 ha u odnosu na 2,34 ha koji se ostvaruju u oba voćnjaka primenom klasične aplikacije. Pošto se voda nalazila na 500 m od zasada kajsije vozač agregata pređe 1 kilometar

the water source and back in order to continue the treatment.

The analysis of fuel consumption showed that with the selective application 16.14 % less fuel was used compared to the conventional application which fuel consumption was 6.08 l/ha. If the consumption was analyzed from the aspect of time unit, the saving would amounts 33 % with respect to the conventional application because 2.99 l/h is used per work hour.

kako bi otišao po vodu i vratio se da nastavi tretiranje.

Posmatranjem potrošnje goriva dolazi se do zaključka da je selektivna aplikacija obezbedila 16,14 % manju potrošnju goriva u odnosu na klasičnu i ona iznosi 6,08 l/ha. Ako se potrošnja posmatra u jedinici vremena onda je ušteda 33 % u odnosu na klasičnu jer se po satu rada troši 2,99 l/h.

Table 1 / *Tabela 1*

Exploatation output, loses and saving of classic and selective pesticide application /
Eksploatacioni učinci, gubici i uštede klasične i selektivne aplikacije jabuke i kajsije

***Norma / Application rate* [l/ha]**	**Loses and saving of classic and selective pesticide application / *Gubitak i ušteda klasične i selektivne aplikacije* [%]**		***Stvarna norma / Actually application rate* [l/ha]**		***Potrošnja goriva / Fuel consumpton* [l/ha]**		***Stvarni učinak / Actually output* [l/ha]**	
	losses of classic application / *gubitak klasične aplikacije*	*ušteda selektivne aplikacije* / saving of selctive application	*klasična aplikacija* / classic application	*selektivna aplikacija* / selective application	*orošavanje/ spraying*	*transport i punjenje / transportation and filling*	*klasična aplikacija / classic application*	*selektivna aplikacija / selective application*
381	5.04 / *5,04*	5.34 / *5,34*	400.20 / *400,20*	360.65 / *360,65*	6.25 / *6,25*	1	2.48 / *2,48*	2.72 / *2,72*
406,4 / *406,4*	3.1 / *3,1*	17.78 / *17,78*	418.99 / *418,99*	334.14 / *334,14*	6.25 / *6,25*	1	2.34 / *2,34*	2.88 / *2,88*
	Potrošnja goriva / Fuel consumpton (l/ha)		***Potrošnja goriva / Fuel consumpton (l/h)***		***Troškovi goriva / Fuel expense (Euro/ha)***		***Troškovi goriva / Fuel expense (Euro/h)***	
	klasična aplikacija classic application	*selektivna aplikacija* selective application	*klasična aplikacija* classic application	*selektivna aplikacija selective application*	*klasična aplikacija classic application*	*selektivna aplikacija selective application*	*klasična aplikacija classic application*	*selektivna aplikacija selective application*
381	7.25 / *7,25*	6.70 / *6,70*	4.15 / *4,15*	3.46 / *3,46*	7.90 / *7,90*	7.30 / *7,30*	4.54 / *4,54*	3.79 / *3,79*
406,4 / *406,4*	7.25 / *7,25*	6.08 / *6,08*	4.46 / *4,46*	2.99 / *2,99*	8.10 / *8,10*	6.80 / *6,80*	4.79 / *4,97*	3.34 / *3,34*

In Euros, the saving of fuel per one treatment was 1.30 €/ha. Since the apricot was treated seven times the saving for the entire season was 9.1 €/ha.

The selective application reduces not only the fuel price, but also the treatment price by €25, based on the official pricelist of "Cooperative Union of Serbia", which means that with the larger area to cover by the selective application the saving per one treatment would be €4.7, that is, €32.9 for entire season.

The price of pesticides used for one treatment of the apricot plantation was 50 €/ha.

The saving of 8.9 €/ha in pesticide consumption was achieved by the selective application in a 3 year old apricot plantation.

The total saving for the entire season was 62.3 €/ha. If all mentioned savings are taken into account, it can be concluded that the selective application reduced the price of one treatment of a three year old apricot plantation by 14.9 €/ha. During the entire season 104.3 €/ha was saved.

In the treatment of apple plantation, 10.38 % of liquid was saved by the selective application in comparison to the conventional application.

The selective application enabled the treatment of 2.72 ha with one tank which was 24 ares more than in the case of conventional application.

From the aspect of the price of €25 per treatment, larger area reduced the treatment price by 2.5 €/ha. When multiplied with the number of treatments, the total saving would be 30 €/ha.

The price of pesticides used for only one treatment of apple plantation was €60, that is, €720 for the entire season.

Pretvoreno u eure ušteda u gorivu po jednom tretiranju iznosi 1,30 €/ha. Pošto je ispitivana kajsija tretirana sedam puta, to je ušteda za celu sezonu 9,1 €/ha.

Na smanjenu cenu goriva koju ostvaruje selektivna aplikacija treba dodati uštede u ceni koštanja tretiranja po zvaničnom cenovniku „Zadružnog saveza Srbije“ od 25 eura, što znači da usled povećanog površinskog učinka selektivne aplikacije ušteda po jednom tretiranju iznosila 4,7 eura, odnosno za celu sezonu 32,9 eura.

Cena pesticida je iznosila 50 €/ha za jedno tretiranje ispitivanog zasada kajsije.

Uštede, koje je ostvarila selektivna aplikacija u potrošnji pesticida, u zasadu kajsija starom 3 godine iznosi 8,9 €/ha.

Ukupno za celu sezonu je to 62,3 €/ha. Ako se saberu sve iskazane uštede, dobije se da je selektivna aplikacija smanjila cenu koštanja po jednom tretiranju tri godine starog zasada kajsije za 14,9 €/ha. Posmatrano na celu sezonu ušteda iznosi 104,3 €/ha.

Kod tretiranja zasada jabuke selektivna aplikacija je obezbedila uštedu od 10,38 % radne tečnosti u odnosu na klasičnu aplikaciju.

Primenom selektivne aplikacije sa jednim rezervoarom se istretira 2,72 ha što je 24 ar više nego kod klasične aplikacije.

Sa aspekta pomenute cene tretiranja od 25 eura, povećanja površinskog učinka obeubeđuje smanjenje cene tretiranja za 2,5 €/ha. Ako se to pomnoži sa brojem tretiranja dobija se da je ukupna ušteda posmatrano sa aspekta cene tretiranja 30 €/ha.

Cena pesticida korišćenih za jedno tretiranje zasada jabuke je iznosila 60 eura, odnosno 720 eura za celu sezonu.

The selective application enabled the saving of €6.2 per one treatment, that is, €74.7 per entire season. Therefore, a total of €104.7 was saved by the selective application on the older apple plantation. Apart from the mentioned savings, the saving on fuel consumption was also achieved.

The fuel expenses with conventional application were 4.54 €/h. On the other hand, the selective application enabled the covering of an area larger for 8.82 %.

Fuel consumption was reduced by 7.58 % and it was 6.70 l/ha. Based on the price of diesel fuel in Serbia, it can be concluded that the reduced fuel consumption per unit led to the saving of € 0.6.

Considering the previously mentioned saving of €8.7, achieved per one treatment by the selective application (2.5 + 6.2 €/ha), along with the fuel consumption saving, it can be concluded that low application rates saved €9.3 per one treatment. The total price for all 12 treatments would range from 111 to 114 €/ha.

Since the price of these sensors installation is at least € 1.000, this type of investment is cost-effective for the land area of 1ha for 9 seasons, for both young apricot plants and old apple plants.

CONCLUSIONS

Techno-economic analysis of the treatment of 13 year old apple plantation and 3 year old apricot plantation showed that the selective application was cost effective from both exploitation and economic aspects.

Treatment with air assisted sprayer that had the capacity of 1000 liters was 18.75% more productive in the apricot plantation and 8.82% in the apple plantation.

With respect to the land area, and in comparison to the conventional application, the selective application enabled one tank to be sufficient for the treatment of 54 ares more of the apricot plantation, that is, 24 ares more of the apple plantation.

Economically, the adjustment of the air assisted sprayer used for the selective application on the land area of 1 ha is cost effective for 9 seasons, for both young apricot plants and old apple plants.

Since the observed apricot plantation was 9 ha in size, the adjustment would be cost effective for only one season.

In Serbia, 3 to 5 ha of land are covered with large number of orchards which are treated more often than those mentioned in this paper, especially the apple plantations which are treated 15 to 20 times, or even more, during one season.

With regard to the previously mentioned it can be concluded that the selective application is cost effective for the period of 2-3 seasons.

Each following season would generate profit from both economic and ecological aspect. Ecological aspect should be particularly emphasized since the environmental protection cannot be valued financially.

Aknowlegement

This work are result of reaserchs on project TR – 31046: "Promote of tractor and mobile system quality in aim competitive increase, field and environment protection". was supported by CNCSIS –UEFISCDI, project number PNII – IDEI code 2531/2008

REFERENCES

[1]. Aleksić G., Popović Tatjana, Milovanović P., Starović M., Trkulja N., Savić D. (2010) – *Aprocort micose*, Plant doctor, vol. 38, no. 4-5, p. 310-316;

[2]. Balsari P. et al. (2007) - *The development of a Crop Identification System (CIS) able to adjust spray application to target characteristics,* Proc. SuProFruit 2007 – 9th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit

Ušteda koja ustvaruje selektivna aplikacija iznosi 6,2 eura po jednom tretiranju, odnosno 74,7 za celu sezonu. Dakle ukupna ušteda koja se ostvaruje primenom selektivne aplikacije u starijem gustom zasadu jabuke iznosi 104,7 eura. Na prikazane uštede treba dodati uštede u potrošnji goriva.

Troškovi goriva kod priene klasične aplikacije iznose 4,54 €/h. Sa druge strane primena selektivne aplikacije je dovela do povećanja površinskog učinka kod 8,82 %.

Potrošnja goriva se smanjila za 7,58 % i iznosi 6,70 l/ha. Prema trenutnoj ceni dizel goriva u Srbiji vidi se da smanjena potrošnja goriva po jedinici predstavlja uštedu od 0,6 €.

Ako se uzme u obzir prethodno iskazana ušteda selektivne aplikacije od 8,7 eura po jednom tretiranju (2,5 + 6,2 €/ha) i na tu cenu dodaju uštede u gorivu, proizilazi da je kod primene male norme ukupno ostvarena ušteda 9,3 € po jednom tretiranju. To bi za svih 12 tretiranja iznosilo od 111 do 114 €/ha.

Pošto opremanje senzorima prikazano u ovom radu košta najmanje 1.000 eura to se ova adaptacija na površini od 1 hektara isplati za 9 sezona bilo da se radi o mladom zasadu kajsije ili starom zasadu jabuke.

ZAKLJUČAK

Tehno-ekomska anliza tretitanja zasada jabuke starog trinaest godina i zasada kajsije starog tri godine je pokazala da se primena selektivne aplikacije isplati kako sa eksploatacionog, tako i sa ekonomskog aspekta.

Pri tretiranju sa orošivačem zapremine 1000 litara, ostvareno je povećanje učinka od 18,75 % u zasadu kajsije, odnosno 8,82 % u zasadu jabuke.

Posmatarno površinski, selektivna aplikacija je obezbedila da se po jednom rezervoaru uradi 54 ara više nego kod primene klasične aplikacije u zasadu kajsije, odnosno u zasadu jabuke je povećanje učinka 24 ara.

Sa ekonomskom aspekta adaptacija orošivača za selektivnu aplikaciju prikazana u ovom radu se isplati za 9 sezona rada na 1 hektaru, bilo da se radi o mladom zasadu kajsije ili starom zasadu jabuke.

Imanje na kome je vršeno tretiranje kajsije ima 9 hektara pod zasadima kajsije, tako da bi se u tom slučaju adaptacija isplatila za jednu sezonu.

U Srbiji veliki broj voćnjaka se prostire na površinama od 3 do 5 ha i oni se najčešće više puta tretiraju nego što je to bio slučaj kod ispitivanja analiziranih u ovom radu. To se posebno odnosi na zasade jabuke koji se tretiraju 15 do 20, pa čak i više puta tokom sezone.

Kada se to uzme u obzir dolazi se do zaključka da bi se primena selektivne aplikacije isplatila za 2-3 sezone.

Svaka naredna sezona bi predstavljala čistu dobit kako sa ekonomske, tako i sa ekološke strane. Ekološki efekat treba posebno istaći jer zaštita životne sredine je nemerljiva u finansijskom smislu.

Napomena

Rad je rezultat ispitivanja sprovedenih u okviru rada na projektu TR – 31046: „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine"

BIBLIOGRAFIE

[1]. Aleksić G., Popović Tatjana, Milovanović P., Starović M., Trkulja N., Savić D. (2010) - *Mikoze kajsije*, Biljni lekar, vol. 38, br. 4-5, str. 310-316;

[2]. Balsari P. et al. (2007) – *Razvoj sistema za identidikaciju biljaka u cilju podešavanja tretiranja prema karakteristikama ciljnog objekta,* Proc. SuProFruit 2007 – 9th Simpozijum o aplikacionoj tehnici u uzgoju voća. Alnarp

Growing. Alnarp (Sweden);
[3]. Bugarin R., Sedlar A., Đukić N. (2009) - *Drift loses in orchard spraying and measures for there decrease*, Contemporary agricultural engineering, vol. 35, no. 1-2, p. 118-126;
[4]. Van de Zande J.C, Wenneker M., Meuleman J., Achten V., Balsari P., Doruchowski G. - (2007) *Development of a Crop Health Sensor to minimise spray applications in apple,* Proc. SuProFruit 2007 – 9th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing. Alnarp (Sweden);
[5]. Koch H., Weisser P. (2000) - *Sensor equipped orchard spraying – efficacy, savings and drift reduction*, Aspects of Applied Biology, (57)- Pesticide Application, p. 357-362;
[6]. Keserović Z., Korać Nada, Magazin N., Grugurević V., Gvozdenović D., Bijelić Sandra, Vračević Biserka (2008) – *Fruit and grape production on small areas*, Universitet book, p. 276, Publisher: Faculty of Agriculture – Novi Sad;
[7]. Mago L., Dimitrievits G. (2006) - *Economical adventages of plant detection in plant protection.* Reaserching material;
[8]. Sedlar A., Đukić N., Bugarin R. (2008 - *Define of nozzle wear models and their singnificance for domestic nozzle production,* Internacional Confrence on Agricultural engineering (AgEng). Conference Procedings CD – Crete (Greece);
[9]. Sedlar A., Đukić N., Bugarin R. (2009) – Ecological accptibile machines for pesticide application in orchards and vineyards, Contemporary agricultural engineering, vol. 35, no. 1-2, p. 16-25;
[10]. Stahli W. (2003) - *Machines for foliar fertilization treatments fitosanitzare and vegetable crops*, Part I: Equipment and spraying machines, Agroprint House, Timisoara.

(Sweden);
[3]. Bugarin R., Sedlar A., Đukić N. (2009) - *Gubici usled drifta pri orošavanju višegodišnjih zasada i mere za smanjenje*, Savremena poljoprivredna tehnika, vol. 35, br. 1-2, str.: 118-126;
[4]. Van de Zande J.C, Wenneker M., Meuleman J., Achten V., Balsari P., Doruchowski G. - (2007) *Razvoj senzora za identifikaciju obolelosti biljke u cilju minimizacije tretiranja jabuke,* Proc. SuProFruit 2007 – 9th Simpozijum o aplikacionoj tehnici u uzgoju voća. Alnarp (Sweden);
[5]. Koch H., Weisser P. (2000) - *Sensor equipped orchard spraying – efficacy, savings and drift reduction*, Aspects of Applied Biology, (57)-Pesticide Application, p. 357-362;
[6]. Keserović Z., Korać Nada, Magazin N., Grugurević V., Gvozdenović D., Bijelić Sandra, Vračević Biserka (2008) - *Proizvodnja voća i grožđa na malim površinama,* Udžbenik, str. 276, Izdavač: Poljoprivredni fakultet – Novi Sad;
[7]. Mago L., Dimitrievits G. (2006) – Ekonomske prednosti detekcije biljka u zaštiti bilja, Rezultati ispitivanja;
[8]. Sedlar A., Đukić N., Bugarin R. (2008 – *Definisanje modela habanja rasprskivača i njihov značaj za domaću proizvodnju rasprskivača,* Internacional Confrence on Agricultural engineering (AgEng). Conference Procedings CD – Crete (Greece);
[9]. Sedlar A., Đukić N., Bugarin R. (2009) - *Ekološki prihvatljive mašine za aplikaciju pesticida u voćnjacima i vinogradima,* Savremena poljoprivredna tehnika, vol. 35, br. 1-2, str. 16-25;
[10]. Stahli W. (2003) - *Машине биља третмане и фолијарна ђубрива и повртарство*, Део И: опрема и машине прскање, Агропринт Куђа, Темишвар.

MEASURING OF THE EFFICIENCY OF SOME HERBICIDES ON SPRING BARLEY AGROPHYTOCOENOSIS WEED VEGETATION
/
UTVRDJIVANJE KOEFICIJENTA EFIKASNOSTI NEKIH HERBICIDA NA KOROVSKU VEGETACIJU AGROFITOCENOZE JAROG JECMA

Assist. Prof. Ph.D. Knezevic J., Prof. Ph.D. Knezevic D., Agr. Eng. Sekularac A.
University of Pristina Faculty of Agriculture, Lesak, Serbia
Tel: +381641544779; E-mail: jasmina.kneska@gmail.com

Abstract: *During the period of investigation was carried out determining the coefficient of efficiency of some herbicides on weed vegetation agrophytocoenosis spring barley. The aim of this paper is to introduce the behaviour of some barley varieties to herbicides.*

Keywords: *spring barley, herbicides, variety, efficiency*

INTRODUCTION

One of the main ways in the fight to increase the quantity and quality of food for humans, livestock, and for the processing industry is, the creation of new productive varieties of plants. Barley is one of the oldest cultivated culture.

By its importance to the other cereals in Serbia immediately after the wheat, while it is in fourth place in the world, behind wheat, maize and rice.

Acreage under barley often vary and are often caused by the development of weather conditions at the time of planting, as well as the purchase price of barley in relation to prices of other cereals [1].

By making gaming over all Europe is the biggest producer of barley (59.905.000t). In Serbia in the period 1990-1994 the barley is grown on the surface of 101.135ha. The average yield of 2.852kgha^{-1} are higher than average yields in the world.

The highest average yield was 3.262 kgha^{-1} in Vojvodina. In Montenegro, barley is grown year on 6.000-7.000ha with an average yield of 2.000 kgha^{-1}[4]. The application of herbicides in barley is very responsible and specific, due to variety, and because of the herbicides [2,3,5].

Inadequate use herbicides in the crops susceptible cultivars can cause very severe damage, especially in seed production.

The application of herbicides is one of the important measures to combat weeds in most crops including barley. Increasing need for barley cultivated species, pressing need for increased surface which in turn causes more modern and combat weeds.

However, very often, herbicides exhibit unsatisfactory performance.

It is very often the result of meteorological conditions (especially humidity conditions), especially in the period immediately after herbicide application to the eruption when, in some cases, can completely miss the effectiveness of herbicides. When selecting herbicides for weed control in barley, it is necessary to take into account the composition of weed communities barley [6,7].

Also, by no less importance is the use of complex agrotehnical measures in order to achieve maximum efficacy of the herbicide.

Abstrakt*: U toku perioda ispitivanja vrseno je utvrdjivanje koeficijenta efikasnosti nekih herbicida na korovsku vegetaciju agrofitocenoze jarog jecma. Cilj ovog rada je da se upozna ponasanje pojedinih sorata jecma na primenjene herbicide.*

Kljucne reci: *jari jecam, herbicidi, sorta, efikasnost*

UVOD

Jedan od osnovnih nacina u borbi za povecanje kolicine i kvaliteta hrane, kako za ljude, stoku, tako i za preradjivacku industriju jeste, stvaranje novih produktivnih sorti gajenih biljaka. Jecam spada u najstarije gajene kulture.

Po znacaju to je druga strnina u Srbiji odmah iza psenice, dok u svetu zauzima cetvrto mesto iza psenice, kukuruza i pirindza.

Setvene povrsine pod jecmom cesto variraju i one su najcesce uslovljene razvojem vremenskih prilika u vreme setve, kao i od otkupnih cena jecma u odnosu na cene drugih zitarica [1].

Po ukupnoj prouzvodnji Evropa je najveci proizvodjac jecma (59.905.000t). U Srbiji u periodu 1990-1994. godine jecam se gajio na povrsini od 101.135ha. Prosecni prinosi od 2.852kgha^{-1} veci su od prosecnih prinosa u svetu.

Najveci prosecan prinos ostvaren je u Vojvodini 3.262 kgha^{-1}. U Crnoj Gori jecam se gaji godisnje na povrsini od 6.000-7.000ha sa prosecnim prinosom od oko 2.000 kgha^{-1}[4]. Primena herbicida u jecmu je veoma odgovorna i specificna, kako zbog sorti, tako i zbog herbicida [2,3,5].

Neadekvatna primena herbicida u usevu osetljive sorte moze izazvati veoma velike stete narocito u semenskoj proizvodnji.

Primena herbicida je jedan od znacajnih mera borbe protiv korova kod vecine gajenih biljaka pa i jecma. Povecanje potreba za jecmom, kao gajene vrste, namece potrebu povecanja povrsina sto sa svoje strane uslovljava i savremeniju borbu protiv korova.

Medjutim, vrlo cesto, primenjeni herbicidi ispoljavaju nezadovoljavajucu efikasnost.

To je vrlo cesto posledica meteoroloskih uslova (posebno uslova vlaznosti), narocito u periodu neposredno posle primene herbicida pa do nicanja kada, u nekim slucajevima, u potpunosti moze izostati delotvornost herbicida. Pri izboru herbicida za suzbijanje korova u jecmu, neophodno je voditi racuna o sastavu korovske zajednice jecma [6,7].

Isto tako, od ne manjeg znacaja je i primena kompleska agrotehnickih mera sa ciljem postizanja maksimalne efikasnosti primenjenih herbicida.

MATERIAL AND METHOD

The experiment took into account four varieties of spring barley as follows: Kraguj and Dunavac, varieties selected at the Center for Small Grains in Kragujevac and the variety Uros and Slavko from the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. The trial was conducted in two-year period. The experiment was set up in the vicinity of Krusevac (Serbia) by the randomized block design with 4 repetitions. The basic plot size was 5m^2. Preceding crop in the first year of the study was the potatoes and corn in another. Primary tillage was performed in autumn last year, at 15 cm depth.

During the presowing soil preparation the standard agricultural practices (discing, harrowing and fertilization) were applied. In the first year of study was performed sowing in the second half of February, hand in rows with 400 germinated grains/m^2, while in the second year of planting done during the same period, with 450 hand-germinated grains/m^2. In the full tillering stage, barley was treated with herbicides, back spray, with consumption 250 l/ha water.The coefficient of efficiency was determined 30 days after treatment. Phytotoxicity was determined by scale EWRC 1-9 also 30 days after treatment. Infestation was determined by a test surface. Barley harvest is done manually at full maturity of 26 and 30 June for the year. Yield was measured at harvest and reduced to 14% moisture. Overview of applied herbicide is presented in table 1.

MATERIJAL I METOD RADA

U ogledu su zastupljene cetiri sorte jarog jecma i to: Kraguj i Dunavac, sorte selekcionisane u Centru za strna zita u Kragujevcu i sorte Uros i Slavko iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Istrazivanja su obavljena u dvogodisnjem periodu. Ogled je postavljen u okolini Krusevca (Srbija) po slucajnom blok-sistemu u 4 ponavljanja. Velicina osnovne parcelice iznosila je 5m^2. Predusev u prvoj godini ispitivanja bio je krompir a u drugoj godini kukuruz. Osnovna obrada zemljista izvedena je tokom jeseni prethodne godine, na 15 cm dubine.

Prilikom predsetvene pripreme zemljista primenjena je standardna agrotehnika (tanjiranje, drljanje i djubrenje). U prvoj godini ispitivanja setva je obavljena u drugoj polovini februara, rucno u redove sa 400 klijavih zrna/m^2, dok je u drugoj godini setva obavljena u istom vremenskom periodu, rucno sa 450 klijavih zrna/m^2. U fazi punog bokorenja, jecam je tretiran herbicidima, ledjnom prskalicom, uz potrosnju 250 l/ha vode. Koeficijent efikasnosti odredjen je 30 dana posle tretiranja. Fitotoksicnost je odredjena po skali EWRC 1-9, takodje 30 dana posle tretiranja. Zakorovljenost je odredjena metodom probne povrsine. Zetva jecma je obavljena rucno u punoj zrelosti 26, odnosno 30 juna za odredjenu godinu. Prinos je izmeren na dan zetve i sveden je na 14% vlage. Pregled primenjenih herbicida nalazi se u tabeli 1.

Table 1 / *Tabela 1*

Applied herbicides / *Primenjeni herbicidi*

Herbicide/ ***Herbicid***	**Preparation/** ***Preparat***	**Active substances/** ***Aktivna materija***	**Amount/** ***Kolicina***	**Phase/** ***Faza***
2.4-D/*2,4-D*	Dikocid-50	500g/l	2 l/ha	Tillering/ *Bokorenje*
MCPP	Morogal	570g/l	4 l/ha	Tillering/ *Bokorenje*
2.4D+MCPA/*2,4D+MCPA*	Monosan-S	450g/l+50g/l	2 l/ha	Tillering/ *Bokorenje*
Dihlorpropan+3,6-D / *Dihlorpropan+3,6-D*	Montrel-DP	510g/l+20g/l	4 l/ha	Tillering/ *Bokorenje*
Control/ *Kontrola*	Water/ *Voda*	-	250 l/ha	Tillering/ *Bokorenje*

RESULTS

The weed community were documents 20 weed species (Table 2). Most of them were in the control treatment (17), and the variants treated Dikocid and Monosan-S (13) and (12) species, and least in plots with Monotrelom-DP (10) and with Morogalom (11) species.

REZULTATI

U korovskoj zajednici ukupno je evidentirano 20 korovskih vrsta (tabela 2). Najvise ih je bilo na kontrolnoj varijanti (17), a zatim na varijantama tretiranim Dikocid i Monosan-S (13), odnosno (12) vrsta, a najmanje na parcelama sa Monotrelom-DP (10) i sa Morogalom (11) vrsta.

Table 2 / *Tabela 2*

Structure of weed communities / *Struktura korovske zajednice*

Weed/ ***Korovska vrsta***	**Variants/*Varijante***					
	Monotrel-DP	Monosan-S	Morogal	Dikocid	***Control*** / *Kontrola*	***Average/*** *Prosek*
Avena fatua L.	1	-	-	-	1	0.40 / *0,40*
Bifora radians	-	0.3 / *0,3*	-	-	-	0.06 / *0.06*
Capsella bursa pastoris	-	1	-	1.3 / *1,3*	-	0.46 / *0,46*
Chenopodium album	-	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	1.3 / *1,3*	2.7 / *2,7*	0.42 / *0,42*
Cirsium arvense L.	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	0.7 / *0,7*	2.3 / *2,3*	3.7 / *3,7*	1.46 / *1,46*
Convolvulus arvensis L.	-	-	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	4.7 / *4,7*	1.06 / *1,06*
Fumaria officinalis L.	0.3 / *0,3*	3.3 / *3,3*	0.3 / *0,3*	2.3 / *2,3*	4.7 / *4,7*	2.18 / *2,18*
Galium aparine L.	3.7 / *3,7*	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	5.3 / *5,3*	5.7 / *5,7*	3.06 / *3,06*
Lamium purpureum L.	4.3 / *4,3*	2.7 / *2,7*	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	5.7 / *5,7*	2.66 / *2,66*

Lathyrus tuberosus L.	-	-	-	0.3 / *0,3*	-	0.06 / *0,06*
Polygonum armiculare L.	0.3 / 0,3	1.3 / *1,3*	0.3 / *0,3*	3.3 / *3,3*	5.7 / *5,7*	4.84 / *4,84*
Polygonum convolvulus L.	1.7 / 1,7	5	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	5.3 / *5,3*	2.52 / *2,52*
Raphanus raphanistrum	-	-	-	-	2.3 / *2,3*	0.46 / *0,46*
Ranunculus arvensis L.	0.3 / *0,3*	-	-	-	3	0.66 / *0,66*
Rubus caesius L.	-	-	-	-	0.3 / *0,3*	0.06 / *0,06*
Sinapis arvensis L.	-	-	-	-	1.7 / *1,7*	0.34 / *0,34*
Stellaria media L.	1.3 / *1,3*	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	6.6 / *6,1*	10.3 / *10,3*	3.76 / *3,76*
Thlaspi arvense L.	0.7 / *1,7*	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*	1.7 / *1,7*	3.7 / *3,7*	1.34 / *1,34*
Veronica persica Poir.	-	0.3 / *0,3*	2	3.7 / *3,7*	8	6.56 / *6,56*
Viola arvensis murr	0.3 / *0,3*	-	-	-	1.3 / *1,3*	0.32 / *0,32*

Table 3 / *Tabela 3*

Abundance of weed communities / *Brojnost korovske zajednice*

Number of species */ Broj vrsta*	11	12	11	13	17	-
Number/m² */ Broj/m²*	14.2 / *14,2*	15.4 / *15,4*	5.4 / *5,4*	29	-	32.68 / *32,68*
Coefficient of efficiency (%) / *Koeficijent efikasnosti (%)*	79.62 / *79,62*	77.93 / *77,93*	92.26 / *92,26*	68.54 / *68,54*	-	77.10 / *77,10*

It is similar to the general weediness. The largest was in control of 32.68 individual/m^2 (table 3). The treated variants largest infestation was observed on plots treated Dikocid-50 from 29.0 individual/m^2. Accordingly, the coefficient of the efficacy of herbicides on weeds is greatesr in the variant with the appliced Morogal, from 92.26%. In second place was Monotrel-DP with 79.62% of weeds were destroyed. The average efficiency of herbicide was 77.10% (table 3). It can be seen that the value of the coefficient of efficiency below the average seen a Dikocid-50, which is relevant for the selection of herbicides for the protection of spring barley (table 2 and 3).

CONCLUSIONS

As a result of research can be done following conclusions:

- Weed Board of spring barley at the time of herbicide application had 20 species. Dominant were: Veronica persica, Stellaria media, Galium aparine, Lamium purpureum;
- The highest afficiency was expressed by the herbicide on weeds Morogal by 92.26% and the lowest of 68.45% Morogal. Phytotoxicity varied in the range 2-2.5%;
- In the tested variesties and quantities herbicides can be successfully used in the protection of spring barley.

REFERENCES

[1]. Knezevic J. (2001) - *Examination of morphological and biological characteristics of the more important varieties of spring barley,* Specialist work, University of Pristina, Faculty of Agricultue;
[2]. Bozinovic I., Ognjanovic R. (1993) - *Results of the application of herbicides on some parameters of winter wheat,* SMIS 93rd Proceedings, 94-98, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun;
[3]. Janjic V., Kojic M. (2000) – *Atlas of weeds*. Institute of Agricultural Research in Serbia. Belgrade, 120-124;
[4]. Lazovic D., Biberdzic M. (1999) - *Species Field I*,

Slicno je i sa opstom zakorovljenoscu. Najveca je bila na kontroli, 32,68 jedinki/m^2 (tabela 3). Od tretiranih varijanti najveca zakorovljenost je uocena na parcelama tretiranim Dikocid-50 od 29.0 jedinki/m^2. Shodno tome i koeficijent efikasnosti primenjenih herbicida na korove najveci je na varijanti sa primenjenim Morogalom, od 92,26%. Na drugom mestu je Monotrel-DP sa 79,62% unistenih korova. Prosecna efikasnost primenjenih herbicida bila je 77,10% (tabela 3). Vdi se da vrednost koeficijenta efikasnosti ispod proseka ogleda imaju Dikocid-50 sto je od znacaja za izbor herbicida za zastitu jarog jecma (tabela 2 i 3).

ZAKLJUCAK

Kao rezultat istrazivanja mogu se izvesti sledeci zakljucci:

- Korovska zajednica jarog jecma u vreme primene herbicida imala je 20 vrsta. Dominantne su bile : Veronica persica, Stellaria media, Galium aparine, Lamium purpureum ;
- Najveci koeficijent efikasnosti ispoljio je na korovima herbicid Morogal od 92,26%, a najmanji Dikocid-50 od 68,45%. Fitotoksicnost se kretala u granicama 2-2,5%;
- U ispitivanim sortama i kolicinama, primenjeni herbicidi se mogu sa uspehom koristiti u zastiti jarog jecma.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Knezevic J. (2001) - *Ispitivanje morfoloskih i bioloskih osobina vaznijih sorti jarog jecma*, Specijalisticki rad, Univerzitet u Pristini, Poljoprivredni fakultet;
[2]. Bozinovic I., Ognjanovic R. (1993) - *Rezultati primene herbicida na neke parametre ozime psenice*, Smis 93, Zbornik radova, 94-98, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun;
[3]. Janjic V., Kojic M. (2000) – *Atlas korova*. Institut za istrazivanja u poljoprivredi SRBIJA. Beograd, 120-124.
[4]. Lazovic D., Biberdzic M. (1999) - *Posebno ratarstvo I*,

University of Pristina, Faculty of Agriculture,122-132;
[5]. Borojevic K., Perunicic R. (1990) - *Mutagenic effects of herbicides on the qualitative properties of wheat,* Of Agriculture, no.38, 287-292;
[6]. Skoko M., Zaric D., Neskovic R. (2005) – *Efficiency of herbicides in sunflower in agro-ecological conditions Semberija*, University of Banjaluka, Faculty of Agriculture, Agroznanje, vol. 6., br. 2. 2005, 51-58;
[7]. Janjic V. (1994) – *Herbicides*. Scientific Book. Belgrade, 66-76.

Univerzitet u Pristini, Poljoprivredni fakultet, str. 122-132;
[5]. Borojevic K., Perunicic R. (1990) - *Mutageno delovanje herbicida na kvalitativna svojstva kod psenice*, Savremena poljoprivreda, no. 38, 287-292;
[6]. Skoko M., Zaric D., Neskovic R. (2005) - *Efikasnost herbicida u suncokretu u agroekoloskim uslovima Semberije,* Univeryitet u Banjaluci, Poljoprivredni fakultet, Agroznanje, vol. 6., br. 2. 2005, 51-58;
[7]. Janjic V. (1994) – *Herbicidi*. Naucna knjiga. Beograd, 66-76.

INFLUENCE OF OBLIQUE TRACTION ON TRACTION PERFORMANCES OF A WHEELED TRACTOR ON DIFFERENT SOIL SURFACES
/
UTICAJ KOSE VUČE NA VUČNE KARAKTERISTIKE TRAKTORA TOČKAŠA NA RAZLIČITIM ZEMLJIŠNIM PODLOGAMA

Assist. MSc. Eng. Simikić M., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Savin L., Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Tomić M., Assist. MSc. Dedović N., Assoc. Prof. Ph.D. Matić-Kekić S.
- Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Serbia, -
Tel: +381214853301; E-mail: simikic@polj.uns.ac.rs

Abstract: *Oblique traction is a consequence of badly attached implement, that is, when directions of drawbar force and resistance of the implement are at certain angle with respect to the traction force and longitudinal axis of tractor. This paper presents research on the influence of oblique traction on the traction performances of a wheeled tractor on different types of soil surfaces. The influence of oblique traction on the drawbar power and drawbar force of a wheeled tractor was investigated on unplowed and plowed stubble. It was discovered that at central traction on unplowed stubble wheeled tractor realized the greatest drawbar power and drawbar force. By increasing the angle of oblique traction tractor's drawbar power reduced. It was also determined that oblique traction affected the traction performances of a wheeled tractor more on soft and loose soil surfaces (plowed stubble).*

Keywords: *tractor, oblique traction, drawbar power, drawbar force, soil surface.*

Rezime: *Kosa vuča traktora nastaje kao posledica lošeg prikopčavanja priključne mašine za traktor, odnosno ukoliko se pravac sile na poteznici i pravac otpora priključne mašine nalaze pod nekim uglom u odnosu na silu vuče i podužnu osu traktora. U ovom radu istražen je uticaj kose vuče na vučne mogućnosti traktora točkaša na različitim zemljišnim podlogama. Posmatran je uticaj kose vuče na snagu vuče i silu vuče traktora točkaša na nepooranoj i pooranoj strnjici. Utvrđeno je da je traktor najveću snagu vuče i silu vuče ostvario pri centralnoj vuči na nepooranoj strnjici. Povećanjem ugla kose vuče smanjivala se snaga vuče traktora. Utvrđeno je da na mekšim i rastresitijim zemljišnim podlogama (poorana strnjika) kosa vuča ima veći uticaj na vučne mogućnosti traktora točkaša.*

Ključne reči: *traktor, kosa vuča, snaga vuče, sila vuče, zemljišna podloga.*

INTRODUCTION

The word 'tractor' is derived from the word 'traction'. A farm tractor can be defined as a machine developed for solving the traction problems in agicultural applications [1].

Tractor power is utilized by transmitting the engine power through drive wheels, resulting in the traction which provides the drawbar power necessary for draught implements, then through the power take-off shaft and the hydraulic system which provides mobile support for the attached implements.

Unfortunately, out of these principal ways the least efficient and most used method is the drawbar. Engine power can be converted to drawbar power only if the drive wheels develop traction [5]. A tractor should overcome the work resistance of its implement by using as much engine power as possible with minimum fuel consumption.

Increase in the price of oil and oil derivatives in the world market has forced the farmers and researchers to try to reduce the amount of money earmarked for fuel and to discover environmentally friendly solutions.

Mutual goal is to increase the power efficiency of tractors. This is the focus of attention of many tractor manufacturers who are trying to produce the tractors which would have most favorable fuel consumption characteristics.

Still, there are also ways of improving the power efficiency of both old and new tractors, which would consequently save money for fuel and maintenance and would provide longer utilization.

Tractors involved in agrotechnical operations with towed implements use the energy of fuel to a very small degree. When used under optimal working conditions, tractor and implement can ensure efficient and economical work during which maximum productivity and minimum fuel consumption can be achieved [7].

UVOD

Reč „traktor" nastala je od reči "vuča". Poljoprivredni traktori mogu se definisati kao mašine namenjene za rešavanje problema vuče u poljoprivrednoj proizvodnji [1].

Korisna snaga traktora prenosi se od motora do pogonskih točkova gde se realizuje vuča, koja obezbeđuje snagu na poteznici neophodnu za vuču priključnih mašina, zatim do priključnog vratila traktora i hidrauličnog sistema koji omogućava pogon, nošenje i upravljanje priključnim mašinama.

Nažalost, najmanja efikasnost ostvaruje se pri prenosu snage na priključnu mašinu preko poteznice traktora. Snaga motora može se konvertovati u snagu na poteznici traktora jedino ako pogonski točkovi realizuju vuču u kontaktu sa podlogom [5]. Traktor treba da savlada radne otpore priključne mašine, a da se pri tome maksimalno iskoristi snaga motora i što manje goriva utroši.

Rast cena nafte i naftnih derivata na svetskom tržištu podstiče sve veći broj poljoprivrednika, farmera i istraživača, koji se bave ovom problematikom na iznalaženje načina za smanjenje izdvajanja za gorivo i zaštitu životne sredine.

Svi se slažu u tome da bi trebalo povećati energetsku efikasnost traktora. Proizvođači traktora takođe posvećuju veliku pažnju ovom problemu, tako da proizvode traktore sa sve većim stepenom iskorišćenja goriva.

Međutim, bilo da je traktor nov ili star, postoje mnoge mere koje korisnici mogu primeniti da bi povećali njegovu energetsku efikasnost, a samim time uštedeli novac na gorivu, održavanju i dužem korišćenju.

Traktori koji obavljaju agrotehničke operacije vučenim mašinama imaju veoma malo iskorišćenje energije goriva. Kada se traktor i priključna mašina koriste u optimalnim radnim uslovima, može se obezbediti efikasan i ekonomičan rad, tokom kojeg se postiže maksimalna produktivnost i minimalna potrošnja goriva [7].

Fuel consumption is influenced by the losses present in the engine itself, in the transmission from the engine to the wheels, and in the wheels. The ability to provide draft to pull various types of implements is a primary measure for the effectiveness of a tractor [4].

Drawbar work is defined as moving a weight or a force over a distance. The worth of a tractor is measured by the amount of work that can be accomplished and the cost associated with task completion. Drawbar power is defined as a result of drawbar force and actual velocity. An ideal tractor would convert all fuel energy into useful work at the drawbar (drawbar power). However, due to the power losses, not all fuel energy is converted into useful work [3]. The results show that 20-55% of available power of wheeled tractors is lost in wheels- soil surface contact [2]. It is, therefore, of great importance to investigate the influential factors which might improve tractive performance of tractors.

The efficiency of a traction system where tractive force is transferred onto the attached unit via drawbar is expressed by the power delivery efficiency of a tractor [11].

Traction performance is influenced by numerous factors such as: type and condition of soil, mass and distribution of load, tire type and pressures [8], [10], and the way an implement is attached [9].

A tractor is properly aggregated with an implement when the traction line and soil resistance line coincide on the implement. Otherwise, eccentric and oblique drawbar force would occur [9].

Oblique traction is a consequence of offset position of implement. Tractor operates in the regime of oblique traction only when the resistance direction of the implement are at certain angle with respect to the tractor traction line and longitudinal axis of a tractor.

Operating the tractor under conditions of oblique traction leads to an increased slippage of driving wheels, greater fuel consumption and worn out tractor parts, which directly increases the production cost and decreases the economic power of farmers [9].

Considering the significance of the above mentioned problem, further research is necessary in order to determine the influence of oblique traction on tractor traction performances on different types of soil surfaces.

MATERIAL AND METHOD

The influence of oblique traction on traction characteristics of the tractor was determined by examining the drawbar power according to OECD test code 2 and standard ISO 789-9:2002, which were adapted for the testing performed in field conditions [6]. Testing the traction in the field always requires a way to apply the load onto the test tractor. It is preferable to use a second tractor in a combination with the implement [11].

Measuring of the oblique traction influence on traction characteristics of a wheeled tractor was carried out with four-wheel-drive tractor with smaller wheels in front and built in engine with power of 99 kW.

The tested tractor had power shift transmission with no interruption of power flow and it was equipped with 14.9-28 front tires and 18.4R38 rear tires. Front and rear tire pressures were 2 and 1.9 bars, respectively.

Tractor weighed 6210 kg, out of which 41% was on the front axle and 59% on the rear axle. Distance between the axles was 2650 mm.

Oblique traction influence on traction characteristics of the tractor was tested by measuring the drawbar force, velocity and wheel slippage. The testing was conducted under simulated work conditions which were typical for

Na potrošnju goriva utiču gubici u samom motoru, zatim u prenosu snage od motora do točkova, kao i u kontaktu točkova i podloge. Sposobnost traktora da obezbedi silu za vuču različitih priključnih mašina osnovna je mera za ocenu njegove efikasnosti [4].

Vrednost traktora meri se količinom rada koji se obavi traktorom i troškovima koji su u vezi sa tim radom. Snaga vuče definisana je kao rezultat sile vuče i stvarne brzine kretanja. Idealni traktor pretvoriće svu energiju goriva u koristan rad na poteznici (snaga vuče). Međutim, zbog gubitaka snage, neće se sva energija goriva pretvoriti u koristan rad [3]. Istraživanja pokazuju da se 20-55% raspoložive snage traktora točkaša izgubi u kontaktu točka i podloge [2]. Stoga je veoma bitno da se istraže uticajni faktori koji mogu poboljšati vučne karakteristike traktora.

Efikasnost traktorskog sistema, kod kojeg se sila vuče traktora predaje priključnoj mašini preko poteznice izražava se vučnim koeficijentom korisnosti traktora [11].

Na vučne karakteristike traktora utiču brojni faktori kao što su: vrsta i stanje podloge, masa i raspodela opterećenja, konstrukcija i pritisak u pneumaticima [8], [10] i način prikopčavanja priključne mašine za traktor [9].

Traktor je ispravno agregatiran sa priključnom mašinom ukoliko se linija sile otpora poklapa sa linijom sile vuče traktora. U suprotnom pojavljuje se ekscentrična i kosa sila na poteznici traktora [9].

Kosa sila je posledica lošeg prikopčavanja i podešavanja priključne mašine za traktor. Traktor radi u režimu kose vuče ukoliko se linija otpora priključne mašine nalazi pod nekim uglom u odnosu na liniju vuče i uzdužnu osu traktora.

Rad traktorom sa kosom vučom dovodi do povećanja klizanja pogonskih točkova, veće potrošnje goriva i habanja delova traktora, što direktno poskupljuje proizvodnju i smanjuje ekonomsku moć poljoprivrednih proizvođača [9].

Imajući u vidu značaj navedenog problema, proizilazi potreba za istraživanjem u toj oblasti sa ciljem određivanja uticaja kose vuče na vučne karakteristike traktora na različitim zemljišnim podlogama.

MATERIJAL I METOD

Uticaj kose vuče na vučne karakteristike traktora određen je ispitivanjem snage vuče prema OECD testu code 2 i standardu ISO 789-9:2002, koji je prilagođen za ispitivanje u poljskim uslovima [6]. Ispitivanje vuče u poljskim uslovima uvek zahteva određivanje načina za primenu opterećenja na ispitivanom traktoru. U tu svrhu najbolje je koristiti drugi traktor u kombinaciji sa priključnom mašinom [11].

Merenje uticaja kose vuče na vučne karakteristike traktora točkaša sprovedeno je na standardnom traktoru točkašu sa pogonom na sva četiri točka (koncepcije 4x4S) u koji je ugrađen motor snage 99 kW.

Ispitivani traktor ima mehaničku transmisiju sa mogućnošću promene stepena prenosa bez prekida toka snage (power shift), opremljen je pneumaticima 14.9-28 napred i 18.4R38 nazad. Pritisak u prednjim pneumatcima je 2 bara, a u zadnjim 1,9 bara.

Težina traktora je 6210 kg od čega je 41% na prednjem, a 59% na zadnjem mostu. Međuosovinsko rastojanje iznosi 2650 mm.

Ispitivanje uticaja kose vuče na vučna svojstva traktora obavljeno je merenjem sile vuče, brzine i klizanja. Ispitivanja su obavljena simuliranjem stvarnih uslova koji se pojavljuju u toku rada sa kosom vučom, i

oblique traction, by changing the direction of traction force in relation to the direction of motion.

Direction of drawbar force was shifted to the right with respect to the tractor's motion ($\alpha = 0$) for the angle values of $\alpha = 10°$ and $\alpha = 20°$, Figure 1.

to pomeranjem pravca delovanja sile vuče u odnosu na pravac kretanja traktora.

Pravac delovanja sile na poteznici pomeran je udesno u odnosu na pravac kretanja traktora ($\alpha = 0$) za vrednost ugla $\alpha = 10°$ i $\alpha = 20°$, slika 1

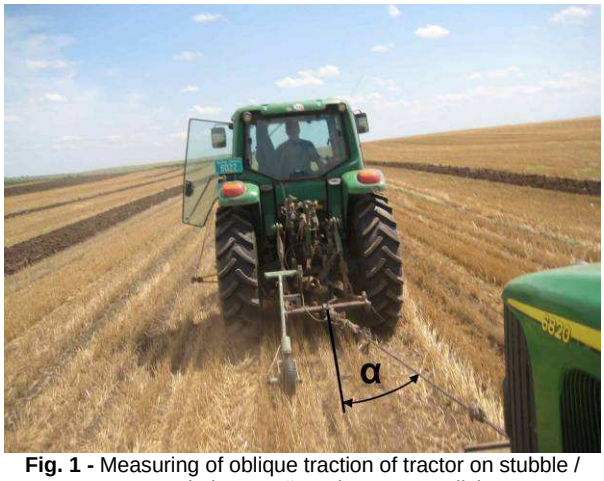


Fig. 1 - Measuring of oblique traction of tractor on stubble / *Merenje kose vuče traktora na strnjici*

Fig. 2 - Measuring of actual and theoretical velocity of tractor / *Merenje stvarne i teoretske brzine traktora*

Drawbar force was measured by electronic dynamometer D-20 T with the measuring scope of up to 20.000 daN. Drive wheels slippage was determined by measuring the actual velocity with the fifth wheel and theoretical velocity measured by appropriate wheel revolution sensor with a toothed wheel on rear tractor wheel, Figure 2. Analog signal obtained from the force sensors, and actual and theoretical velocity were transmitted in 8 channel acquisition 'PC measurement electronic Spider 8" – HBM (Hottinger Baldwin Messtechnik, Germany). The acquisition processed the signals, enhanced and transformed them into digital signals that were further processed by 'Beam' software.

The research was conducted on two surface types (unplowed and plowed stubble). Unplowed stubble is the type of soil surface which appears after the wheat harvest. In this paper, plowed stubble refers to the type of soil surface which is obtained after plowing the stubble at the depth of 25 cm.

Experimental measuring of oblique traction influence on traction characteristics of a wheeled tractor was conducted on flat terrain with chernozem soil type.

Vučna sila na poteznici traktora izmerena je elektronskim dinamometrom D-20 T sa opsegom merenja do 20.000 daN. Klizanje pogonskih točkova određeno je merenjem stvarne brzine kretanja pomoću petog točka i merenjem teorijske brzine postavljanjem odgovarajućeg davača broja obrtaja točka sa rozetom na zadnjem točku traktora, slika 2. Analogni signali dobijeni od davača sile, davača stvarne i teorijske brzine prenošeni su u osmokanalnu akviziciju "PC measurment electronic Spider 8" – HBM (Hottinger Baldwin Messtechnik, Germany). U akviziciji se prispeli analogni signali procesiraju, pojačavaju i transformišu u digitalne signale, koji se dalje prenose u računar gde se obrađuju softverskim paketom „Beam".

Ispitivanja su obavljena na dva tipa zemljišne podloge (strnjika i poorana strnjika). Strnjika je zemljišna podloga koja je nastala posle ubiranja pšenice. U ovom radu, poorana strnjika predstavlja tip zemljišne podloge koja je nastala nakon oranja strnjike na dubinu 25 cm.

Eksperimentalna ispitivanja uticaja kose vuče na vučne karakteristike traktora točkaša obavljena su na ravnom terenu sa zemljištem tipa černozem.

RESULTS

Numerous research have been performed with the aim of understanding and foreseeing the traction characteristics of tractors in field conditions.

Tractor traction characteristics depend on the type of tractor, its mass, tires, tire pressure, soil condition and mode of attaching the implement.

This paper presents the investigation of influence of oblique traction, occurring as a result of badly attached implement, on traction performances of a wheeled tractor on plowed and unplowed stubble. Traction characteristics of the test tractor are presented by drawbar force and drawbar power.

Drawbar power is the tractor power, exhibited at drawbar at given transmission rate, which is transmitted onto the implement during particular agrotechnical operations. Drawbar power was determined during the measuring of traction characteristics according to the following equation:

REZULTATI

Mnoga istraživanja imala su za cilj razumevanje i predviđanje vučnih karakteristika traktora u poljskim uslovima.

Vučne karakteristike traktora zavise od koncepcije traktora, mase, tipa pneumatika, pritiska vazduha u pneumaticima, zemljišnih uslova i načina prikopčavanja priključne mašine.

Stoga je u ovom radu prikazan uticaj kose vuče, kao posledice lošeg prikopčavanja i podešavanja priključne mašine, na vučne karakteristike traktora točkaša na nepooranoj i pooranoj strnjici. Vučna karakteristika ispitivanog traktora prikazana je pomoću sile vuče i snage vuče.

Snaga vuče je korisna snaga traktora na poteznici u datom stepenu prenosa koja se predaje priključnoj mašini u procesu izvođenja agrotehničkih operacija. Snaga vuče pri merenju vučnih karakteristika određuje se prema jednačini:

$$P_{pot} = \frac{F_{pot} \cdot v_s}{1000} [kW] \quad (1)$$

where: F_{pot} is the drawbar force expressed in [N], and v_s is the actual velocity of tractor expressed in [m/s].

Unplowed stubble

Figure 3 shows the dependance of drawbar power and slippage on drawbar force on unplowed stubble. As it was expected, the greatest drawbar power was achieved at central traction (α = 0°) and it was P_v = 59.9 kW, where the obtained drawbar force was Fv = 3150 daN.

The greatest drawbar power at α = 10° was P_v = 54.22 kW where the drawbar force was F_v = 3389 daN. The greatest drawbar power at α = 20° was P_v = 47.39 kW where the drawbar force was F_v = 3385 daN. It was concluded that the greatest drawbar power could be achieved at central traction, that is, in the conditions of the absence of oblique traction. By increasing the angle of oblique traction drawbar power reduced in the following ratio $P_{\alpha=0}$: $P_{\alpha=10}$: $P_{\alpha=20}$ = 1 : 0,922:0,796.

With respect to the central traction on stubble, drawbar power at oblique traction reduced by 9.48% at α = 10°, while at α = 20° it reduced by 20.88%. At central and oblique traction no significant differences in the slippage of left and right wheels were determined, that is, there were no tractor turnings.

At different oblique traction values differences in drawbar power increased with greater drawbar force, and vice versa, with small drawbar forces the differences in drawbar power were insignificant.

By increasing the angle of oblique traction rear wheel slippage also increased on unplowed stubble. The greatest drawbar power obtained at α= 0 and α = 10° was at more than 15% slippage, while at α= 20° it was at more than 25% slippage.

gde je: F_{pot} sila vuče na poteznici izražena u [N], a v_s stvarna brzina kretanja traktora izražena u [m/s].

Nepoorana strnjika

Zavisnost snage vuče i klizanja od sile vuče traktora na strnjici prikazani su na slici 3. Kao što se i očekivalo, najveća snaga vuče ostvarena je kod centralne vuče (α = 0°) i iznosi P_v = 59,9 kW, pri čemu je realizovana sila vuče od Fv = 3150 daN.

Najveća snaga vuče za α = 10° iznosi P_v = 54,22 kW za silu vuče od F_v = 3389 daN. Najveća snaga vuče za α = 20° iznosi P_v = 47,39 kW za silu vuče od F_v = 3385 daN. Zapaža se da se najveća snaga vuče ostvaruje kada je centralna vuča (vuča u prvacu), odnosno kada nema kose vuče. Povećanjem ugla kose vuče smanjuje se realizovana snaga na poteznici traktora u odnosu $P_{\alpha=0}$: $P_{\alpha=10}$: $P_{\alpha=20}$ = 1 : 0,922:0,796.

Vučna snaga pri kosoj vuči α = 10° manja je za 9,48%, a pri α = 20° za 20,88% u odnosu na centralnu vu ču na strnjici. Pri vuči u pravcu i pri kosim vučama nije bilo velike razlike u klizanju levih i desnih točkova, odnosno nije bilo zakretanja traktora.

Razlike u ostvarenoj snazi vuče, za različite vrednosti kose vuče, povećavaju se povećanjem sila vuče i obrnuto, pri realizaciji malih sila vuče razlike u snazi vuče su zanemarljive.

Povećanjem ugla kose vuče povećava se proklizavanje zadnjih točkova Najveća snaga vuče za α= 0 i α = 10° ostvarena je za vrednost proklizavanja to čkova preko 15%, a za α= 20° preko 25%.po strnjici.

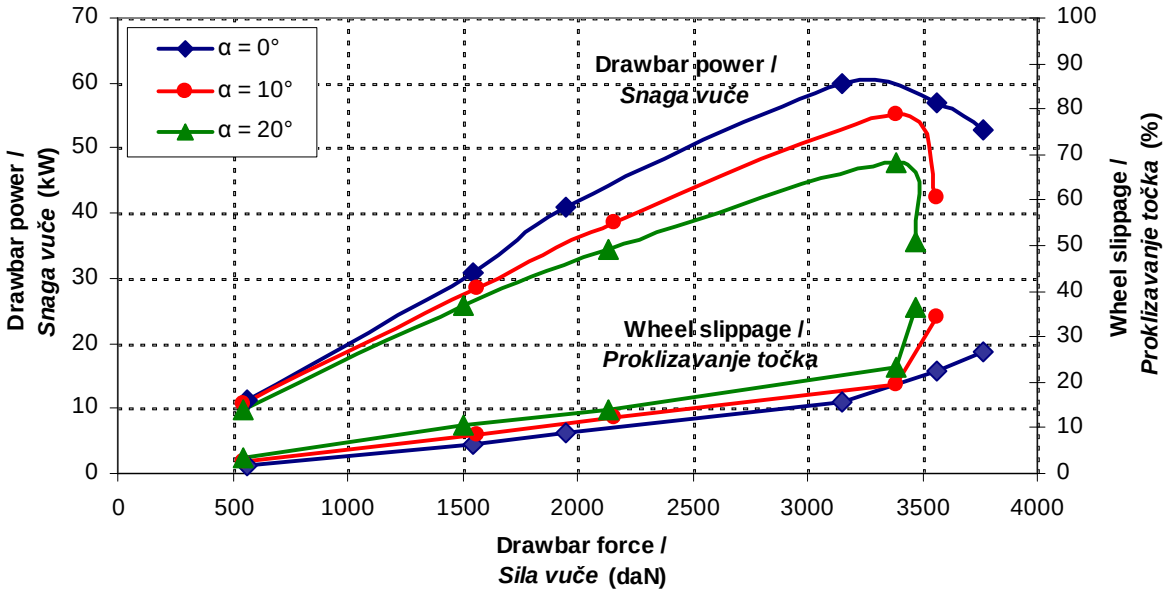


Fig. 3 - Oblique traction of wheeled tractor on unplowed stubble / *Kosa vuča traktora točkaša na nepooranoj strnjici*

Among various regression equations, quadratic regressions with significant correlation coefficient were chosen:

Između većeg broja ocenjenih regresionih jednačina izabrane su kvadratne regresije sa značajnim koeficijentom korelacije:

$$y = -5E\text{-}06x^2 + 0{,}0347x - 8{,}4065 \quad (R^2 = 0{,}9688) \quad \text{at } \alpha = 0° \tag{2}$$

$$y = -4E\text{-}06x^2 + 0{,}0275x - 3{,}9893 \quad (R^2 = 0{,}9168) \quad \text{at } \alpha = 10° \tag{3}$$

$$y = -3E\text{-}06x^2 + 0{,}025x - 3{,}087 \quad (R^2 = 0{,}9062) \quad \text{at } \alpha = 20° \tag{4}$$

Equations (2-4) analysis showed that the optimal drawbar forces on stubble were 4175 daN with maximum drawbar power of 62.05 kW at central traction (α = 0°), 4166 daN with maximum drawbar power of 48.99 kW at oblique traction (α = 10°), and 3437 daN with maximum

Analizom jednačina (2-4) dobija se da optimalna sila vuče na strnjici iznosi 4175 daN uz maksimalnu snagu na poteznici 62,05 kW pri centralnoj vuči (α = 0°), 4166 daN uz maksimalnu snagu na poteznici 48,99 kW pri kosoj vuči α = 10° i 3437 daN uz maksimalnu snagu na poteznici

drawbar power of 43.27 kW at oblique traction (α = 20°).

Plowed stubble

Dependence of drawbar power (P_v) and slippage (δ) on the drawbar force (F_v) and the angle it covers with tractor longitudinal axis on plowed stubble is given in the Figure 4. The greatest drawbar power at central traction (α = 0°) was 42.65 kW for the drawbar force of 3047 daN; the greatest drawbar power achieved at α = 10° was 37.46 kW for the drawbar force of 2882 daN, and the greatest drawbar power achieved at α = 20° was 30.93 kW for the drawbar force of 2578 daN.

Maximum drawbar power achieved at the drawbar for all three angles on plowed stubble has the following ratio $P_{\alpha} = 0$; $P_{\alpha} = 10$; $P_{\alpha} = 20 = 1 : 0{,}878 : 0{,}725$.

Drawbar power at oblique traction α = 10° was reduced by 12.17%, and at α = 20° by 27.48% with respect to the central traction on plowed stubble. The greatest drawbar power at α= 0 and α= 10° was obtained with slippage values that were over 20%, while at α= 20° with slippage values over 25%.

43,27 kW pri kosoj vuči α = 20°.

Poorana strnjika

Zavisnost snage vuče (P_v) i klizanja (δ) od sile vuče (F_v) i ugla koji ona zaklapa sa uzdužnom osom traktora na pooranom zemljištu prikazana je na slici 4. Najveća snaga vuče za centralnu vuču (α = 0°) iznosi 42,65 kW za realizovanu silu vuče od 3047 daN; najveća snaga vuče za ugao α = 10° iznosi 37,46 kW za silu vuče od 2882 daN i najveća snaga vuče za ugao α = 20° iznosi 30,93 kW za silu vuče 2578 daN.

Maksimalne snage vuče na pooranom zemljištu, za tri različita ugla sile na poteznici, nalaze se u odnosu $P_{\alpha = 0} : P_{\alpha = 10} : P_{\alpha = 20} = 1 : 0{,}878 : 0{,}725$.

Snaga vuče pri kosoj vuči α = 10° manja je za 12,17%, a pri α = 20° za 27,48% u odnosu na centralnu vuču na pooranom zemljištu. Najveća snaga vuče za α= 0 i α= 10° ostvarena je za vrednost klizanja preko 20%, a za α= 20° preko 25%.

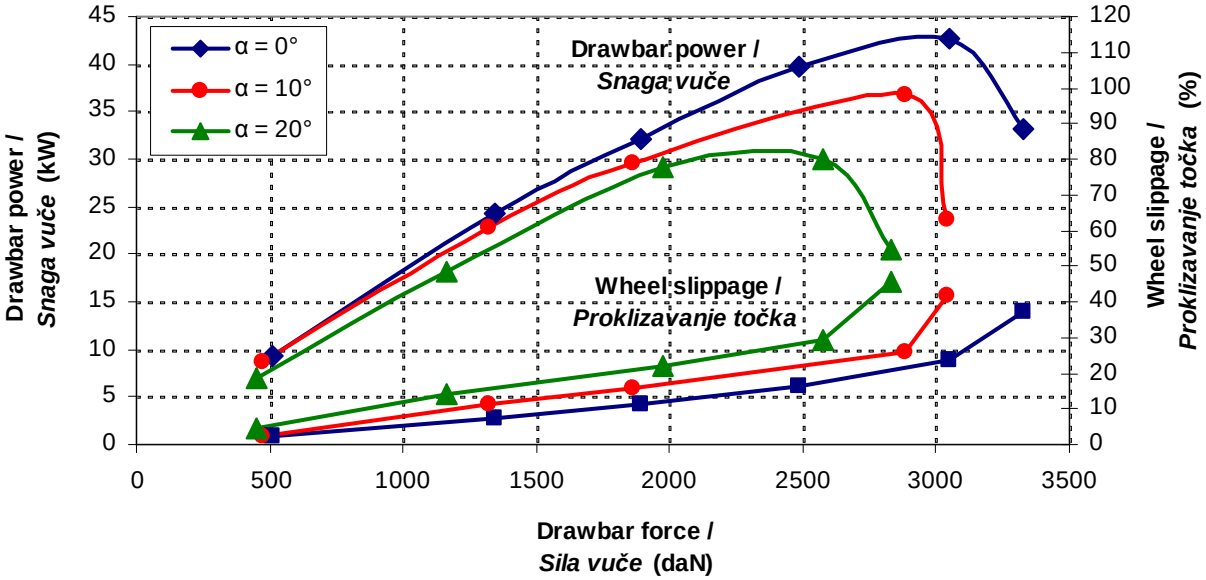


Fig. 4 - Oblique traction of wheeled tractor on plowed stubble /
Kosa vuča traktora točkaša na pooranoj strnjici

Among various regression equations, quadratic regression with significant correlation coefficient were chosen:

Između većeg broja ocenjenih regresionih jednačina izabrane su kvadratne regresije sa značajnim koeficijentom korelacije:

$$y = - 6E\text{-}06x^2 + 0{,}0323x - 6{,}9737 \quad (R^2 = 0{,}9391) \quad \text{at } \alpha = 0° \qquad (5)$$

$$y = - 6E\text{-}06x^2 + 0{,}0306x - 5{,}1973 \quad (R^2 = 0{,}8285) \quad \text{at } \alpha = 10° \qquad (6)$$

$$y = - 8E\text{-}06x^2 + 0{,}0348x - 8{,}2235 \quad (R^2 = 0{,}9023) \quad \text{at } \alpha = 20° \qquad (7)$$

Equations (5-7) analysis showed that the optimal drawbar forces on plowed stubble were 2667 daN with maximum drawbar power of 35.96 kW at central traction (α = 0°), 2550 daN with maximum drawbar power of 33.81 kW at oblique traction (α = 10°), and 2175 daN with maximum drawbar power of 29.62 kW at oblique traction (α = 20°).

The equations (2-7) show the changes in the drawbar power with respect to the drawbar force of the tractor on different soil surfaces (unplowed and plowed stubble), depending on the different modes of implement attachment (central and oblique traction).

The purpose of those equations is to enable the calculation of drawbar power for different tractor drawbar forces. These equations show that the maximum drawbar power of tractor is achieved at drawbar force that has

Analizom jednačina (5-7) dobija se da optimalna sila vuče na pooranom zemljištu iznosi 2667 daN uz maksimalnu snagu na poteznici 35,96 kW pri centralnoj vuči (α = 0°), 2550 daN uz maksimalnu snagu na poteznici 33,81 kW pri kosoj vuči α = 10° i 2175 daN uz maksimalnu snagu na poteznici 29,62 kW pri kosoj vuči (α = 20°).

Jednačine (2-7) opisuju promenu snage vuče u funkciji sile vuče traktora na različitim zemljišnim podlogama (nepoorana i poorana strnjika) za različite načine prikopačavanja priključne mašine (centralna i kosa vuča).

Svrha jednačina je da omogući izračunavanje snage vuče za različite dijapazone sile vuče traktora. Jednačine pokazuju da se maksimalna snaga vuče traktora postiže pri manjim vrednostima sile vuče od

lower value than the maximum one.

They also imply that the maximum drawbar power should be aimed at while operating the tractor, since then the maximum exploitation of the engine power is possible (maximum power delivery efficiency).

Besides, these equations compare traction characteristics of tractors on different soil surfaces with different ways of attaching the implements. They also confirm the influence of soil surface and implement attachment mode on the tractor traction characteristics.

These research results show that the maximum drawbar force of a tractor is restricted by adhesional features of drive wheels, soil conditions and mode of attaching the implement.

Slippage level is in direct relation with the loss of velocity and it occurs in drive wheels-surface contact.

The reasearch results presented in Figures 3 and 4 are in compliance with the results obtained by numerous authors who confirmed that the increase of drawbar force resulted in the slippage increase as well [8], [11]. The presented research results show that the greatest drawbar power was achieved at central traction with slippage values of 15.7%.

Extensive slippage causes soil damage, loss of energy and time, and it simultaneously speeds up the wearing out process of the machinery.

The obtained equations (2-7) can be used for the prediction of tractor traction performances in the field with the aim of optimizing the operating parameters of a tractor, and to ensure the optimal aggregating of the tractor with implements.

These equations offer better analysis and comparison of different paramteres that affect the tractor traction performances.

Modern successful farms emphasize the importance of tractor efficiency for all operations involving the agricultural machinery.

The cost reduction can be achieved when tractors operate at their almost maximum traction efficiency. Rational use of a tractor is determined by the degree of drawbar force. While operating the tractor it is advisabe to use such a level of drawbar force which can provide maximum, or almost maximum, drawbar power. This level of drawbar force should be within the exploitation scope which is in accordance with relatively high tractor power delivery efficiency.

Enabling the tractor to operate at maximum traction efficiency requires optimization of weight, load distribution, tire pressure, adjustment of work speed with load and soil surface conditions, as well as proper attachment of the implement to the tractor.

CONCLUSIONS

The results show that the tractor traction characteristics are influenced by the type of soil surface and mode of attaching the implements.

Oblique traction occurs as a consequence of the offset position of the implement attached to the tractor, that is, when the drawbar force direction is at certain angle with respect to the traction force and longitudinal axis of the tractor.

This study shows tractor performance at central and oblique traction on plowed and unplowed stubble.

The greatest drawbar power of the tractor on unplowed stubble was obtained at central traction (α = 0°) and it was P_v = 59.9 kW, where drawbar force was Fv = 3150 daN. With an increase in the angle of oblique traction drawbar power of the tractor was reduced.

Drawbar power at oblique traction α = 10° was reduced by 9.48%, and at α = 20° by 20.88% with respect to the central traction on stubble.

The greatest drawbar power at central traction (α = 0°)

maksimalne.

Jednačine ukazuju na činjenicu da se pri radu sa traktorom treba težiti maksimalnoj snazi vuče jer je tada najveća iskorišćenost snage motora (maksimalna power delivery efficency).

Osim toga, jednačine omogućavaju poređenje vučnih sposobnosti traktora na različitim zemljišnim podlogama i za različite načine prikopčavanja priključnih mašina. Jednačine potvrđuju uticaj zemljišne podloge i načina prikopčavanja priključne mašine na vučne sposobnosti traktora točkaša.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju da je maksimalna sila vuče traktora ograničena adhezionim sposobnostima hodnog sistema, zemljišnim uslovima i načinom prikopčavanja priključne mašine.

Veličina klizanja određena je gubitkom brzine kretanja i javlja se u kontaktu hodnog sistema i podloge.

Rezultati prikazani na slikama 3 i 4 slažu se sa istraživanjima brojnih autora, koja govore o tome da sa povećanjem sile vuče raste i klizanje [8], [11]. Rezultati istraživanja ovog rada pokazuju da je najveća snaga vuče ostvarena pri centralnoj vuči za vrednost klizanja od 15,7%.

Preveliko klizanje izaziva oštećenje zemljišta, gubitak energije i vremena i ubrzava habanje hodnog sistema.

Dobijene jednačine (2-7) daju osnovu za predviđanje vučnih karakteristika traktora u polju, sa ciljem da se optimiziraju radni parametri traktora i da se osigura optimalno agregatiranje traktora sa priključnim oruđem.

Preko ovih jednačina mogu bolje da se sagledaju i uporede različiti parametri koji utiču na vuču traktora.

Ekonomska uspešnost poslovanja savremenih farmi je takva da ističe važnost efikasnosti traktora prilikom rada sa poljoprivrednim mašinama.

Troškovi se smanjuju kada traktor radi blizu maksimuma svoje vučne efikasnosti. Racionalnost korišćenja traktora ocenjuje se stepenom iskorišćenja sile vuče na poteznici. U radu sa traktorom treba koristiti onu silu vuče pri kojoj se postiže maksimalna snaga vuče ili blizu maksimalne u okviru eksploatacionog dijapazona koja odgovara relativno visokom vučnom koeficijentu korisnog dejstva traktora.

Prilagođavanje traktora da radi pri maksimumu vučne efikasnosti zahteva optimiziranje težine traktora, rasporeda težine, pritiska u pneumaticima i prilagođavanje radne brzine opterećenju i uslovima zemljišne podloge i ispravno prikopačavnje i podešavanje prključne mašine za traktor.

ZAKLJUČCI

Rezultati istraživanja pokazuju da na vučne karakteristike traktora utiču vrsta zemljišne podloge i način prikopčavanja priključne mašine.

Kosa vuča nastaje kao posledica lošeg prikopčavanja priključne mašine za traktor, odnosno kada linija sile na poteznici formira ugao sa linijom sile vuče i uzdužnom osom traktora.

U ovom radu prikazane su vučne karakteristike traktora pri centralnoj i kosoj vuči na pooranoj I nepooranoj strnjici.

Najveća snaga vuče traktora na nepooranoj strnjici ostvarena je kod centralne vuče (α = 0°) i iznosi P_v = 59,9 kW, pri čemu je realizovana sila vuče od Fv = 3150 daN. Povećanjem ugla kose vuče smanjuje se realizovana snaga na poteznici traktora.

Snaga vuče pri kosoj vuči α = 10° manja je za 9,48%, a pri α = 20° za 20,88% u odnosu na centralnu vuču na strnjici.

Najveća snaga vuče traktora na pooranoj strnjici za

on plowed stubble was 42.65 kW for the drawbar force of 3047 daN.

Drawbar power at oblique traction α = 10° was reduced by 12.17%, and at α = 20° by 27.48% with respect to he central traction on plowed stubble.

At different oblique taction values differences in drawbar power increased with greater drawbar force, and vice versa, in case of small drawbar forces the differences in drawbar power were insignificant.

Greater angle of oblique traction caused more wheel slippage on the anylized soil surfaces.

Poor traction performance of tractors was observed on loose soil surfaces (plowed stubble).

Oblique traction can be neutralized by optimal attachment of the implement, whereat drawbar force direction coincides with longitudinal axis of the tractor.

Aknowlegement

This paper was supported by the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia (project: Improvement of the quality of tractors and mobile systems with the aim of increasing competitiveness and preserving soil and environment, No 31046)

REFERENCES

[1]. Biondi P., Maraziti F. (1998) - *Drawbar Pull Performance of Tractors Based on Italian Type-approval Data (1960–1989)*. J Agr Eng Research, vol. 69, no. 3, ISSN 0021-8634, pg. 189-198;

[2]. Burt E.C., Lyne P.W.L., Meiring P., Keen J.F. (1983) - *Ballast and inflation pressure effects on tractive efficiency*. Trans. ASAE, vol. 26, no. 5, ISSN: 0001-2351, pg. 1352-1354;

[3]. Grisso R. D., Perumpral J. V., Vaughan D., Roberson G. T., Pitman R. (2010) - *Predicting tractor diesel fuel consumption*. Virginia Cooperative Extension (VCE): 442-073. http://pubs.ext.vt.edu/442/442-073/442-073_pdf.;

[4]. Kathirvel K., Manian R., Balasubramanian M. (2001) - *Tractive performance of power tiller tyres*. Agric. Mechanization in Asia, African and Latin America, vol. 32, no. 2, ISSN: 0084-5841, pg. 32-36;

[5]. Liljedahl J. B., Turnquist P. K., Smith, D. W., Hoki M. (1989) - *Tractors and Their Power Units*. Van Nortrand Reinhold, New York;

[6]. Nikolić R., Savin L., Furman T., Gligorić Radojka, Tomić M., Simikić M. (2007) - *Methods of tractors testing*, University of Novi Sad, ISBN 978-86-7520-131-1, Novi Sad, Serbia;

[7]. Özarslan, C., and D. Erdoğan. (1996) - *Optimization of Tractor Performance on Operating with Some Tillage Equipments*. Turk. J. Agric. For, vol. 20, no. 5, ISSN 1303-6173, pg. 439-443;

[8]. Schreiber M., Kutzbah H.D. (2008) - *Influence of soil and tire parameters on traction*. Research in Agricultural Engineering, vol. 54, no. 2, ISSN 1212-9151, pg. 43-49;

[9]. Stjelja Ž. (2002) - *Utilization quality of rubber belted tractors with reference to the improvement of tractive performance*. PhD dissertation, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia;

[10]. Turner R.J., Shell L.R., Zoz F. (1997) - *Field Performance of Rubber Belted and MFWD Tractors in Southern Alberta Soils*. In proc: International Off-Highway & Powerplant Congress & Exposition Milwaukee, ASAE Publication Number 972730. Wisconsin, 8-10 September;

[11]. Zoz F.M., Grisso R.D. (2003) - *Traction and Tractor Performance*. In proc: For presentation at the 2003

centralnu vuču (α = 0°) iznosi 42,65 kW za realizovanu silu vuče od 3047 daN.

Vučna snaga pri kosoj vuči α = 10° manja je za 12,17%, a pri α = 20° za 27,48% u odnosu na centralnu vuču na pooranom zemljištu.

Razlike u ostvarenoj snazi vuče, za različite vrednosti kose vuče, povećavaju se povećanjem sila vuče i obrnuto, pri realizaciji malih sila vuče razlike u snazi vuče su zanemarljive.

Povećanjem ugla kose vuče povećava se klizanje točkova traktora na posmatranim zemljišnim podlogama.

Na mekšim zemljišnim podlogama (poorana strnjika) traktor ostvaruje slabije vučne mogućnosti.

Kosu vuču moguće je neutralisati optimalnim prikopčavanjem priključne mašine, pri čemu će se linija sile vuče na poteznici (drawbar force direction) poklapati sa uzdužnom osom traktora.

Napomena

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije (projekat: Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine, broj projekta TR 31046)

LITERATURA

[1]. Biondi P., Maraziti F. (1998) – *Karakteristike sile vuče traktora na osnovu Italijanskog izveštaja o ispitivanju (1960–1989)*. J Agr Eng Research, vol. 69, no. 3, ISSN 0021-8634, pg. 189-198;

[2]. Burt E.C., Lyne P.W.L., Meiring P., Keen J.F. (1983) – *Uticaj balasta i pritiska u pneumaticima na efikasnost vuče*. Trans. ASAE, vol. 26, no. 5, ISSN: 0001-2351, pg. 1352-1354;

[3]. Grisso R. D., Perumpral J. V., Vaughan D., Roberson G. T., Pitman R. (2010) – *Predviđanje potrošnje dizela kod traktora*. Virginia Cooperative Extension (VCE): 442-073. http://pubs.ext.vt.edu/442/442-073/442-073_pdf.;

[4]. Kathirvel K., Manian R., Balasubramanian M. (2001) – *Vučne karakteristike pneumatika jednoosovinskog traktora*. Agric. Mechanization in Asia, African and Latin America, vol. 32, no. 2, ISSN: 0084-5841, pg. 32-36;

[5]. Liljedahl J. B., Turnquist P. K., Smith, D. W., Hoki M. (1989) – *Traktori i njihove pogonske jedinice*. Van Nortrand Reinhold, New York;

[6]. Nikolić R., Savin L., Furman T., Gligorić Radojka, Tomić M., Simikić M. (2007) – *Metode ispitivanja traktora*, Univerzitet u Novom Sadu, ISBN 978-86-7520-131-1, Novi Sad, Srbija;

[7]. Özarslan, C., and D. Erdoğan. (1996) – *Optimizacija karakteristika traktora u radu sa priključnim mašinama za obradu zemljišta*. Turk. J. Agric. For, vol. 20, no. 5, ISSN 1303-6173, pg. 439-443;

[8]. Schreiber M., Kutzbah H.D. (2008) – *Uticaj zemljišta i parametara pneumatika na vuču*. Research in Agricultural Engineering, vol. 54, no. 2, ISSN 1212-9151, pg. 43-49;

[9]. Stjelja Ž. (2002) – *Upotrebni kvalitet traktora guseničara sa stanovišta poboljšanja vučnih karakteristika.* Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Serbia;

[10]. Turner R.J., Shell L.R., Zoz F. (1997) – *Karakteristike traktora guseničara i (4x4)S na zemljištu Južne Alberte*. In proc: International Off-Highway & Powerplant Congress & Exposition Milwaukee, ASAE Publication Number 972730. Wisconsin, 8-10 September;

[11]. Zoz F.M., Grisso R.D. (2003) – *Vuča i karakteristike traktora*. In proc: For presentation at the

Agricultural Equipment Technology Conference Louisville, ASAE Publication Number 913C0403. Kentucky, 9-11 February.

2003 Agricultural Equipment Technology Conference Louisville, ASAE Publication Number 913C0403. Kentucky, 9-11 February.

EXPERIMENTAL RESEARCHES CONCERNING DYNAMICS AND ENERGETICS OF WHEELED TRACTOR FOR SLOPES (4X4) – FRONT RAKE SYSTEMS

CERCETĂRI PRIVIND DINAMICA ŞI ENERGETICA AGREGATULUI FORMAT DIN TRACTOR PENTRU PANTE (4x4) ŞI GREBLA FRONTALĂ

Ph.D. Eng. Hermenean I.[1)], Ph.D. Eng. Mocanu V.[1)], Ph.D. Eng. Voicu E[2)].
1)ICDP Braşov / Romania, 2)INMA Bucharest / Romania
Tel: 0268.472704; Fax: 0268. 475295; E-mail: hermenean_ioan@yahoo.com

Abstract: *This paper presents experimental investigations on the dynamics and energetics of aggregates comprising tractors for slopes (4x4) and the frontal rake. The first part describes the components of the aggregate studied, type and location of transducers on the system components and how to purchase and storage data.*

In the second part of the paper are presented the results of the tests carried out, based on which conclusions were drawn on the dynamic behavior and energy for the slopes tractor unit (4x4)-frontal rake: real working speed of 0.692÷2.019 m/s (2.497.27 km/h, actual working capacity 0.488÷1.702 ha/h, specific fuel consumption of 2.665÷7.59 l/ha, total engine power 3123÷12 779 W, the power required to drive the PTO rake 2219÷3848, defeating slope power required of 0÷3896 W, the power necessary for running the tractor of 492÷1820 W, maximum working slope on the 20^0 line slope, and 18^0 level curve.

Keywords: *aggregate, dynamics, energy, frontal rake, tractor for slopes (4x4)*

INTRODUCTION

Mechanization of the forage harvesting on the pastures located on slopes has a particular importance for short-time performance and quality of the operations in fodder preparation technology to reduce labor requirements and physical effort (Hermenean and others, 2005 Hermenean, Mocanu, 2008).

In order to rake the fodder(scattering, turning up and gathering in furrows) located on sloping hills and mountainous areas are generally used, the following types of rakes: cross belt rakes, respectively rotary rakes. They have the following advantages necessary for yhe work on slopes: their specific mass per meter of working width is reduced, they have relatively small distance between their mass and energy source coupling points, especially those with cross band. By driving tractors with normal wheels (4x2), one can rake on slopes up to 9^0 (16%), and driving the wheeled (4x4)tractor (4x4) on slopes- up to 14^0 (25%).

With special tractors for slopes one can rake on slope up to 20^0 (36%), and with special self-propelled machines for mowing and raking on slopes (so-called motomowers with one or two axes) up to 30^0 (58%) (Hermenean and others, 1995, Hermenean, Mocanu, 2008, Ott, 1979, Sieg, 1981, Stengler, 1984). For the mechanization of the forage rake on slopes, the authors designed and implemented an aggregate consisting in the tractor for slopes (4x4) TPI 20 and a frontal cross belt rake that is universal, allowing the performance of the three operations: forage scattering, turning, and gathering in furrows (Hermenean, 1997, Hermenean , Mocanu, 2008).

This paper summarizes the experimental tests of aggregates in terms of dynamics and energetics which allowed to establish the dynamic, energetic and operating parameters of this type of aggregate to develop solutions for manufacturing, structure and use the slope tractor (4x4) – and frontally carried agricultural equipment aggregates.

Rezumat: *În această lucrare sunt prezentate investigaţiile experimentale privind dinamica şi energetica agregatelor tractor pentru pante (4x4) şi grebla frontală. În prima parte sunt descrise părţile componente ale agregatului luat in studiu, tipul şi modul de amplasare a traductoarelor pe componentele sistemului şi modul de achiziţionare şi stocare a datelor.*

În partea doua a lucrării sunt prezentate rezultatele obţinute în urma încercărilor efectuate, pe baza cărora s-au elaborat concluzii privind comportarea dinamică şi energetică a agregatului tractor pentru pante (4x4) – grebla frontală: viteze reale de lucru de 0,692÷2,019 m/s (2,49÷7,27 km/h, capacitatea efectivă de lucru de 0,488÷1,702 ha/h, consumul specific de combustibil de 2,665÷7,59 l/ha, puterea motoare totală de 3123÷12779 W, puterea necesară acţionării prin priza de putere a greblei de 2219÷3848, puterea necesară învingerii pantei de 0÷3896 W, puterea necesară rulării tractorului de 492÷1820 W, panta maximă de lucru pe linia de pantă de 20^0, iar pe curba de nivel de 18^0.

Cuvinte cheie: *agregat, grebla frontală, dinamica, energetica, tractor pentru pante (4x4)*

INTRODUCERE

Mecanizarea lucrărilor de recoltare a furajelor de pe fânețele situate pe pante are o importanță deosebită pentru efectuarea în timp scurt şi de calitate superioară a operațiilor din cadrul tehnologiei de pregătire a furajelor, pentru reducerea necesarului de forță de muncă şi efort fizic (Hermenean şi alții, 2005, Hermenean, Mocanu, 2008).

Pentru greblarea furajelor (răvăşirea, întoarcerea şi strânsul în brazde) de pe fânețele situate în pantă din zona colinară şi montană se folosesc, în general, următoarele tipuri de greble: greblele cu bandă transversală, respectiv greblele rotative. Acestea au următoarelor avantaje necesare lucrării pe terenuri în pantă: au masa specifică pe metru lătime de lucru redusă; au distanțe relativ mici între centrul lor de masă şi punctele de cuplare la sursa energetică, în special cele cu bandă transversală. Prin acționarea cu tractoare pe roți obişnuite (4x2) se poate grebla pe pante până la 9^0 (16%), iar la acționarea cu tractoare pe roți (4x4) pe pante până la 14^0 (25%).

Cu tractoare speciale pentru pantă se poate grebla pe pante până la 20^0 (36%), iar cu maşini autopropulsate speciale pentru cosit şi greblat pe terenuri în pantă (aşa numitele motocositori cu una sau două axe) până la 30^0 (58%) (Hermenean şi alții, 1995, Hermenean, Mocanu, 2008, Ott, 1979, Sieg, 1981, Stengler, 1984). În vederea mecanizării lucrării de greblare a furajelor pe terenuri în pantă autorii au conceput şi realizat un agregat format din tractorul pentru pante (4x4) TPI 20 şi o greblă frontală cu bandă transversală care este universală, permițând efectuarea celor trei lucrări respectiv: răvăşirea, întoarcerea şi strânsul în brazdă al furajelor (Hermenean, 1997, Hermenean, Mocanu, 2008).

Lucrarea de față prezintă o sinteză a investigării experimentale a dinamicii şi energeticii agregatelor tractor pentru pantă (4x4) – grebla frontală, care a permis stabilirea parametrilor dinamici, energetici şi de exploatare a acestui tip de agregat în vederea elaborării unor soluții privind construcția, formarea şi utilizarea sistemelor tractor pentru pantă (4x4) – utilaje agricole purtate frontal.

MATERIALS AND METHOD

For experimental research was used the tractor for slopes TPI 20 in aggregate with a frontal rake of cross belt type designed and built by the authors. The main technical characteristics of this aggregate are presented below (Hermenean, 1997, Hermenean, Mocanu, 2008).

For the slope tractor *TPI 20*: the diesel engine power of is of 14.7 kW (20 HP), velocity stage 12 (8 forward, 4 reverse) speed range 1.49...22.44 km / h for forward displacement and 1.93...5.73 km / h for reverse displacement, direction on the rear axle, frontal PTO with a speed of 540 rot / min, three-point coupling mechanism of category 1N placed frontally, minimum ground clearance - 340 mm, weight of the no-load tractor -988 kg.The technical characteristics of the frontal rake are: cross type universal belt, working width of 2.0 m, band rake speed at PTO of 540 rpm / min. - slow of 4.7 m / s (to gather the fodders) - fast of 6.5 m / s (for spreading), machine weight of 220 kg.

The experimental investigations have led to a number of parameters such as: road run and real speed of the unit working on various slopes, torque moments transmitted to front wheels of the tractor, the angular speeds of the front wheels of the tractor, vertical and horizontal forces of front wheels of the tractor, engine torque transmitted to the rear axle, torque transmitted through the PTO rake, angular velocity PTO drive of the rake, movement rake resistance.

For experimental investigations were designed, developed, tested and calibrated a number of transducers, which were placed on the components of the unit consisting of tractor for slopes (4x4) and frontal rake, as illustrated in Figure 1. Measuring devices with strain gauge marks mounted on the hubs 1 ensures measuring and recording torque moments variations transmitted to the front wheels and the normal and lateral reactions of them on the ground.

MATERIALE ŞI METODA

Pentru cercetările experimentale s-a utilizat tractorul pentru pante TPI 20 în agregat cu o greblă frontală de tip cu bandă transversală proiectată şi construită de autori. Principalele caracteristici tehnice ale acestui agregat sunt prezentate in continuare (Hermenean, 1997, Hermenean, Mocanu, 2008).

Pentru *tractorul pentru pante TPI 20:* puterea motorului Diesel de 14,7 kW (20 CP), numărul treptelor de viteză 12 (8 mers înainte, 4 mers înapoi), gama de viteze 1,49...22,44 km/h la mers înainte, respectiv 1,93...5,73 km/h la mers înapoi, direcţia pe puntea spate, priză de putere frontală cu turaţia de 540 rot/min, mecanism de suspendare în trei puncte de categoria 1N amplasat frontal, garda minimă la sol 340 mm, masa tractorului nelestat 988 kg. *Caracteristicile tehnice ale greblei frontale sunt:* de tipul universală cu bandă transversală, lăţimea de lucru de 2,0 m, viteza benzii de greblare la turaţia prizei de 540 rot/min. – lentă de 4,7 m/s (pentru strâns în brazde) – rapidă de 6,5 m/s (pentru răvăşit), masa maşinii de 220 kg.

Prin investigarea experimentală s-au determinat o serie de parametri precum: spaţiul parcurs şi viteza reala a agregatului in lucru pe diferite pante, momentele de torsiune transmise la roţile din faţă ale tractorului, vitezele unghiulare a roţilor din faţă ale tractorului, forţele verticale şi orizontale la roţile din faţă ale tractorului, momentul de torsiune transmis punţii motoare din spate, momentul de torsiune transmis prin priza de putere greblei, viteza unghiulară a prizei de putere de acţionare a greblei, rezistenţa la deplasare a greblei.

Pentru efectuarea investigaţiilor experimentale s-au conceput, realizat, testat şi etalonat o serie de traductoare, care s-au amplasat pe elementele componente ale agregatului format din tractorul pentru pante (4x4) şi grebla frontală, conform schemei din figura 1. Dispozitivele de măsurare cu mărci tensometrice montate pe butucii 1 asigură măsurarea şi înregistrarea variaţiei momentelor de torsiune transmise la roţile motoare din faţă precum şi a reacţiunilor normale şi laterale pe sol a acestora.

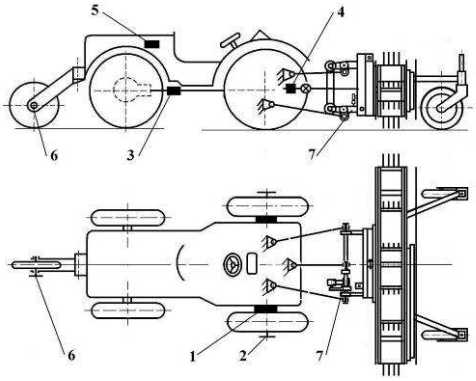


Fig. 1 - Location scheme of transducers on aggregate /
Schema de amplasare pe agregat a traductoarelor

Pulse transducers 2 ensure the determination of the front wheels angular velocity. The strain gauges with marks 3 allow the determination and registration of the torque moment transmitted to the rear axle assembly passed to the drive shaft and its rotational speed. With the device with strain gauge marks 4 is determined and recorded the torque transmitted through the PTO shaft and its angular velocity. Measuring the volume of fuel consumed during the tests is performed using the consumer device 5. The additional wheel 6 measures the space and real speed diplacememnt of the agregate and the torque frame 7, mounted between three-point linkage of tractor and coupling frame to rake allow the determination of the displacement resistance of the rake.

To measure the parameters mentioned above were coupled tranducers and measuring devices with six-channel strain gauge bridges, N 2302, of romanian manufacturing.

Traductoarele de impulsuri 2 asigură determinarea vitezelor unghiulare ale roţilor motoare din faţă. Dispozitivul cu mărci tensometrice 3 permite determinarea şi înregistrarea momentului de torsiune transmis ansamblului punţii motoare din spate de arborele de antrenare precum şi a vitezei unghiulare a acestuia. Cu ajutorul dispozitivului cu mărci tensometrice 4 se determină şi înregistrează momentul de torsiune transmis prin arborele prizei de putere precum şi viteza unghiulară a acestuia. Măsurarea volumului de combustibil consumat în timpul încercărilor se face folosind aparatul de consum 5. Roata suplimentară 6 permite măsurarea spaţiului şi vitezei reale de deplasare a agregatului iar rama dinamometrică 7, montată între mecanismul de suspendare în trei puncte al tractorului şi ferma de cuplare la greblă, permite determinarea rezistenţei la deplasare a greblei.

În vederea măsurării parametrilor menţionaţi anterior s-au cuplat captoarele şi dispozitivele de măsurare cu punţile tensometrice cu şase canale, N 2302, de fabricatie românească.

Links were made with Hottinger type cables, each of 6.5 m long (special conceived for tensometry) that were led to the mobile laboratory placed in a field motorcar. In the mobile laboratory were placed two strain gauge bridges with a battery power supplied of 12 V and 150 Ah (Hermenean et al., 1996, Hermenean, 1997). During the measurement was used a LAPTOP with acquisition plate. Experimental data were recorded on magnetic disks, wich are to be processed subsequently.

RESULTS

The working conditions in which tests were made are presented in Table 1. The alfalfa spreading was made in 10 samples from which: three in work - one for each of the speeds IVL, IR and IIR, three in load displacement with rake in transport position - one for each of the speeds IVL, IR and IIR, three on displacement on cleared ground with lowered and driven rake - one for each of the speeds IVL, IR and IIR and a stationary rake drive test. At the alfalfa gathering in furrows were performed 6 tests in which: three in work - one for each of the speeds IIIL, IVL and IR-three for the agregate moving on the clean ground with rake driven and lowered one for each of the speeds IIIL, IVL and IR. To the slope line of the natural meadow 8 tests were made to gather in furrows from which: three work tests (up) - one for each of the speeds IIIL, IVL and IR, three for the aggregate movement (climb) in the clean field with lowered rake - one for each of the speeds IIIL, IVL and IR and two for the no-load movement (climbing) with rake in transport position - one for each of IVL and IR speeds.

The attempts to close in furrows feed level cure at hayfields there were effectuated 4 samples of which: two are in work - one for each for every speed IVL and IR, respectively two load displacement with the rake on the position for transport - each for every speed IVL and IR.

Operational test results are presented in Table 2 (Hermenean, 1997). Analyzing the results can be seen that: - the real working speed has values between 0.692 and 2.019 m / s (2.49 and 7.27 km / h) real working width has values between 1.91 and 1.97 m, the furrows obtained had an average width between 90.1 and 117.2 cm, furrows average height was between 13.8 and 24.5 cm, forages loss when gathering in furrows has permissible values of 1.72...2.92%, actual work capacity has values between 0.488 and 1.702 ha / h, specific fuel consumption has values between 2.665 and 7.59 l / ha.

Legăturile s-au făcut cu cabluri de tip Hottinger, de câte 6,5 m lungime (speciale pentru tensometrie) care au fost conduse spre laboratorul mobil dispus într-un autoturism de teren. În laboratorul mobil s-au aşezat două punți tensometrice cu surse de alimentare la un acumulator de 12 V şi 150 Ah (Hermenean şi colab., 1996, Hermenean, 1997). În timpul măsurătorilor s-a dispus de un calculator LEPTOP cu placă de achiziții. Datele experimentale s-au înregistrat pe diskete magnetice, urmând apoi a fi prelucrate.

REZULTATE

Condițiile de lucru în care s-au făcut încercările sunt prezentate în tabelul 1. La răvăşit lucernă s-au efectuat 10 probe din care: trei în lucru - câte una pentru fiecare din vitezele IVL, I R şi IIR; trei la deplasarea în gol cu grebla în poziție de transport – câte una pentru fiecare din vitezele IVL, I R şi IIR; trei la deplasarea agregatului pe teren curățat de furaje cu grebla coborâtă şi antrenată - câte una pentru fiecare din vitezele IVL, I R şi IIR şi o probă de antrenare a greblei la staționar. La strâns în brazdă lucernă s-au efectuat 6 probe din care: trei în lucru - câte una pentru fiecare din vitezele IIIL, IVL şi I R şi trei la deplasarea agregatului pe teren curățat de furaje cu grebla coborâtă şi antrenată - câte una pentru fiecare din vitezele IIIL, IVL şi IR. Pe linia de pantă de pe fâneața naturală s-au efectuat 8 probe la strâns în brazde din care: trei probe în lucru (urcare) - câte una pentru fiecare din vitezele IIIL, IVL şi I R; trei la deplasarea agregatului (urcare) pe teren curățat de furaje cu grebla coborâtă şi antrenată - câte una pentru fiecare din vitezele IIIL, IVL şi IR şi două la deplasarea (urcarea) în gol cu grebla în poziție de transport – câte una pentru fiecare din vitezele IVL şi IR.

Încercările la strâns în brazde furje pe curba de nivel la fânața naturală s-au efectualt 4 probe din care: două în lucru – câte una pentru fiecare din vitezele IVL şi IR, respectiv două cu deplasarea în gol cu grebla în poziție de transport - câte una pentru fiecare din vitezele IVL şi IR.

Rezultatele încercărilor de exploatare sunt prezentate în tabelul 2 (Hermenea, 1997). Analizând rezultatele obținute se poate constata că: - viteza de lucru reală are valori cuprinse între 0,692 şi 2,019 m/s (2,49 şi 7,27 km/h); lățimea de lucru reală are valori cuprinse între 1,91 şi 1,97 m; brazdele obținute au avut lățimi medii cuprinse între 90,1 şi 117,2 cm; înălțimea medie a brazdelor formate a fost cuprinsă între 13,8 şi 24,5 cm; pierderile de furaje la strâns în brazde au valori admisibile de 1,72...2,92%; capacitatea efectivă de lucru are valori cuprinse între 0,488 şi 1,702 ha/h; consumul specific de combustibil are valori cuprinse între 2,665 şi 7,59 l/ha.

Table 1 / *Tabelul 1*

Conditions during testing tractor for slopes (4x4) – front rake aggregate/
Condițiile din timpul încercărilor agregatului tractor pentru pante (4x4) – grebla frontală

Specification / *Specificație*	**Performed operation / *Operația executată***		
	Scattered forages / *Răvăşit furaje*	**Gathered in furrows / *Strâns în brazde***	**Gathered in furrows / *Strâns în brazde***
Raked culture / *Cultura greblată*	Alfalfa / *Lucernă*		Natural grassland / *Fâneață naturală*
Year of culture / *Anul de cultură*	III-rd / *Trei*		----
Harvesting cycle / *Ciclul de recoltare*	II-nd / *Al doilea*		II-nd / *Al doilea*
Field slope / *Panta terenului*	0^0 / 0^0		$12^0...15^0$ / $12^0...15^0$
Type of soil / *Tipul de sol*	Typical alluvial / *Aluvial tipic*		Brown molic / *Brun molic*
Plant moisture at raking / *Umiditatea plantelor la greblare*	79%	52%	49% / *49%*
Production of forages / *Producția de furaje*	13.9t/ha / *13,9 t/ha*	6.1t/ha / *6,1 t/ha*	3.76t/ha / *3,76 t/ha*
The average stubble height / *Înălțimea medie a miriştii*	9.2cm / *9,2 cm*		3.82cm / *3,82 cm*
The average width of scattered furrows / *Lățimea medie a brazdelor răvăşite*	1.71m / *1,71 m*	-	-
The average distance between the furrows that have been scattered / *Distanța medie dintre brazdele care s-au răvăşit*	3.6m / *3,6 m*	-	-
Specific mass of scattered furrow / *Masa specifică a brazdei răvăşite*	5.0kg/m / *5,0 kg/m*	-	-

Table 2 / *Tabelul 2*

Operational test results / *Rezultatele încercărilor de exploatare*

Specification / *Specificație*	UM/ *MU*	Value obtained at / *Valoarea obținută la*										
		Scattered furrows of alfalfa / *Răvășit furaje de lucernă*			Gathered in furrows of alfalfa / *Strâns în brazde lucernă*			Gathered in furrows on natural grassland / *Strâns în brazde pe fâneață naturală*				
								Line slope / *pe linia de pantă*			Level curve/ *pe curba de nivel*	
Speed no. / *Viteza nr.*	No. / *nr.*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	II R / *II R*	III L / *III L*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	III L / *III L*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	IV L / *IV L*	I R / *I R*
Working real speed / *Viteza reală de lucru*	m/s [km/h]	1.197 [4.31] / *1,197 [4,31]*	2.01 [7.24] / *2,01 [7,24]*	2.45 [8.82] / *2,45 [8,82]*	0.692 [2.49] / *0,692 [2,49]*	1.164 [4.19] / *1,164 [4,19]*	1.922 [6.92] / *1,922 [6,92]*	0.714 [2.57] / *0,714 [2,57]*	1.214 [4.37] / *1,214 [4,37]*	2.019 [7.27] / *2,019 [7,27]*	1.192 [4.29] / *1,192 [4,29]*	2.002 [7.21] / *2,002 [7,21]*
Real working width / *Lățimea reală de lucru*	m	1.97/ *1,97*	1.95/ *1,95*	1.93/ *1,93*	1.96/ *1,96*	1.93/ *1,93*	1.91/ *1,91*	1.97/ *1,97*	1.94/ *1,94*	1.92/ *1,92*	1.93/ *1,93*	1.91/ *1,91*
Average dimensions of obtained furrows width / height / *Dimensiunile medii ale brazdelor obținute Lățime / înălțime*	cm	-	-	-	113/ 24.5 / *113/ 24,5*	118/ 23.7 / *118/ 23,7*	117.2/ 24.02 / *117,2/ 24,02*	92.3/ 16.3 / *92,3/ 16,3*	96.4/ 14.7 / *96,4I 14,7*	99.3/ 13.8 / *99,3/ 13,8*	90.1/ 15.2 / *90,1/ 15,2*	94.5/ 14.9 / *94,5/ 14,9*
Loss of forages when gathering in furrows / *Pierderile de furaje la strânsul în brazde*	%	-	-	-	1.72 / *1,72*	1.93 / *1,93*	2.34 / *2,34*	1.97 / *1,97*	2.32 / *2,32*	2.79 / *2,79*	2.43 / *2,43*	2.92 / *2,92*
The actual working capacity / *Capacitatea efectivă de lucru*	ha / h	0.849/ *0,849*	1.412/ *1,412*	1.702/ *1,702*	0.488/ *0,488*	0.808/ *0,808*	1.322/ *1,322*	0.506/ *0,506*	0.848/ *0,848*	1.395/ *1,395*	0.828/ *0,828*	1.377/ *1,377*
Specific fuel consumption / *Consum specific de combustibil*	l / ha	4.41/ *4,41*	2.775/ *2,775*	2.665/ *2,665*	6.567/ *6,567*	4.35/ *4,35*	2.924/ *2,924*	7.59/ *7,59*	5.414/ *5,414*	3.956/ *3,956*	4.454/ *4,454*	2.78/ *2,78*

By computerized processing using MATLAB program, the data recorded through experimental tests resulted in values characterizing the dynamics and medium energy of tractor aggregate for slopes (4x4) - front rake has. The large number of tests carried out under various experimental conditions allowed to determine other values such as: rolling resistance of the tractor; rake resistance in movement, rolling resistance between the rake wheels and the ground, forward resistance to fodder raking. The resulting data are presented in Table 3 (Hermenean, 1997). Analyzing the results it is found up that: the actual speed of the unit has ranged between 0.489 and 1.58 m / s; skidding values were within acceptable limits (less than 15%), gradually increasing along with slope and working speed ; the driving force ranged between 1257 and 4839 N, resulting in minimum values for scattering and gathered in alfalfa in furrows on horizontal field, and maximum values for gathering in the furrows on natural meadow located on maximum slope for the same working conditions, the driving force increases with speed work, due to increasing of pushing force and rolling resistance force; pushing force increases with speed due to increased rake force, rolling resistance force increases with speed due to higher deformation of the tires at high working speed; for the same speed stage the raking force gear differs depending on which operation is executed, the culture to be raked, rake plants humidity, fodder production, the size and linear meter mass of furrows to handle and manner in which the aggregate moves during the work, raking force increases with speed and raking force ranged between 53 and 255 N.

The results of measurements on the normal and lateral of front wheels of the unit revealed average values whose deviations are calculated analytically within the allowable limits of working conditions (Hermenean, 1997).

Using the data in Table 3 were determined analytically the components of aggregate power system balance, listed in Table 4 (Hermenean, 1997). Analyzing the results of obtained power balance can be seen that: the total engine power has values between 3123 and 12779 W; the power required to drive through rake PTO has values between 2219 and 3848 W; power lost in transmission has values between 271 and 2679 W, the power required for

Prin prelucrare computerizată, utilizând programul MATLAB, a datelor inregistrate prin investigarea experimentală au rezultat mărimile medii ce caracterizează dinamica şi energetica în lucru a agregatului tractor pentru pante (4x4) – grebla frontală. Numărul mare de probe efectuate în condiții variate au permis determinarea experimentală şi a altor mărimi cum sunt: rezistența la rulare a tractorului; rezistența la deplasare în lucru a greblei; rezistența la rularea dintre roțile greblei şi sol; rezistența la înaintare pentru greblatul furajelor. Datele rezultate sunt prezentate în tabelul 3 (Hermenean, 1997). Analizând rezultatele se constată că: viteza reală de lucru a agregatului s-a situat între 0,489 şi 1,58 m/s; valorile patinărilor s-au situat în limitele admisibile (sub 15%), crescând progresiv cu panta terenului şi cu viteza de lucru; forța motoare a avut valori cuprinse între 1257 şi 4839 N, obținându-se valori minime la răvăşit şi adunat în brazde lucernă pe teren orizontal, iar valori maxime la adunat în brazdă pe fâneață naturală situată pe panta maximă pe care s-au făcut probe; pentru condiții identice de lucru, forța motoare creşte odată cu viteza de lucru, aceasta datorită măririi forței de împingere şi a forței de rezistență la rulare; forța de împingere se măreşte odată cu viteza de lucru datorită creşterii forței de greblare; forța de rezistență la rulare creşte odată cu viteza datorită deformării mai mari a pneurilor la majorarea vitezelor de lucru; pentru aceeaşi treaptă de viteză forța de greblare diferă în funcție de operația care se execută, de cultura care se greblează, de umiditatea plantelor la greblare, de producția de furaj, de dimensiunile şi masa pe metrul liniar de brazde care se manevrează şi de modul de deplasare în lucru al agregatului; pentru condiții identice de lucru, forța de greblare creşte odată cu viteza de lucru; forța de greblare a avut valori cuprinse între 53 şi 255 N.

Rezultatele privind măsurătorile reacțiunilor normale şi laterale pe roțile motoare din față ale agregatului au scos în evidență valori medii a căror abateri față de cele calculate analitic sunt în limitele admisibile condițiilor de lucru (Hermenean, 1997).

Folosind datele cuprinse în tabelul 3 s-au determinat analitic componentele bilanțului de putere a sistemului tractor pentru pante (4x4) – grebla frontală, trecute în tabelul 4 (Hermenean, 1997). Analizând rezultatele bilanțului de putere obținut se poate constata că: puterea motoare totală are valori cuprinse între 3123 şi 12779 W; puterea necesară acționării prin priza de putere a greblei are valori cuprinse între 2219 şi 3848 W; puterea pierdută în transmisie are valori cuprinse între 271 şi 2679

defeating slope has values between 0 and 3896 W; power necessary for running the tractor has values between 492 and 1820 W; the power necessary to rake movement has values ranged between73 and 604 W; power lost because of skidding has values between15.9 and 502.9 W.

CONCLUSIONS

Based on the results obtained in experimental investigations (Hermenean, 1997) it has resulted that: total engine power has values between 3123 and 12 779 W which is a total engine power charge of between 21.2 and 86.81%; at rather similar working speeds, the lowest values of total engine power were obtained working on horizontal field and level curve and the highest values – working on maximum slope line (24%); power required to drive through the rake PTO has values between 2219 and 3848 W which represents between 30.11 and 72.05% out of total engine power; for the same working conditions the power required to drive through the rake PTO increases with working speed ; specific power required to drive through PTO a linear meter out of rake working width varies from 1110 to 1924 W / m; power lost in transmission has values comprised between 271 and 2679 W; power required for defeating slope has values between 0 and 3896 W, which is between 0 and 30.49% of total engine power; power necessary for running the tractor has values between 492 and 1820 W; power necessary to rake displacement in working has values between 73 and 604 W; power necessary to rake to move differs depending on working conditions , manner in which the aggregate runs, field slope and speed of work; specific power required to drive through PTO a linear meter out of rake working width has values between 36.5 and 302 W / m; power lost due to slip has values between 15.9 and 502.9 W.

W; puterea necesară învingerii pantei are valori cuprinse între 0 şi 3896 W; puterea necesară rulării tractorului are valori cuprinse între 492 şi 1820 W; puterea necesară deplasării în lucru a greblei are valori cuprinse între 73 şi 604 W; puterea pierdută datorită patinării are valori cuprinse între 15,9 şi 502,9 W.

CONCLUZII

Pe baza rezultatelor obținute în cadrul investigărilor experimentale (Hermenean, 1997) rezultă că: puterea motoare totală are valori cuprinse între 3123 şi 12779 W ceea ce reprezintă o încărcare a puterii totale a motorului cuprinsă între 21,22 şi 86,81%; pentru viteze de lucru apropiate ca valoare, cele mai mici valori ale puterii motoare totale s-au obținut la lucru pe teren orizontal şi pe curba de nivel iar cele mai mari valori la lucru pe linia cu pantă maximă (de 24%); puterea necesară acționării prin priza de putere a greblei are valori cuprinse între 2219 şi 3848 W, ceea ce reprezintă între 30,11 şi 72,05% din puterea motoare totală; pentru aceleaşi condiții de lucru puterea necesară acționării prin priza de putere a greblei creşte odată cu viteza de lucru; puterea specifică necesară pentru acționarea prin priza de putere a unui metru liniar din lățimea de lucru a greblei variază între 1110 şi 1924 W/m; puterea pierdută în transmisie are valori cuprinse între 271 şi 2679 W; puterea necesară învingerii pantei are valori cuprinse între 0 şi 3896 W, ceea ce reprezintă între 0 şi 30,49% din puterea motoare totală; puterea necesară rulării tractorului are valori cuprinse între 492 şi 1820 W; puterea necesară deplasării în lucru a greblei are valori cuprinse între 73 şi 604 W; puterea necesară deplasării în lucru a greblei diferă în funcție de condițiile de lucru, de modul de deplasare al agregatului, de panta terenului şi de viteza de lucru; puterea specifică necesară deplasării în lucru a unui metru din lățimea de lucru a greblei are valori cuprinse între 36,5 şi 302 W/m; puterea pierdută datorită patinării are valori cuprinse între 15,9 şi 502,9 W

Table 3/ *Tabelul 3*

The results regarding the slope (4x4) tractor-front rake aggregate traction balance /
Rezultatele privind bilanțul de tracțiune al agregatului tractor pentru pante (4x4) – grebla frontală

Specification / *Specificație*	**UM/ *MU***	**Value obtained at / *Valoarea obținută la***										
		Scattered forrows of alfalfa / *Răvășit furaje de lucernă*			**Alfalfa gathered in furrows / *Strâns în brazde lucernă***			**Gathered in furrows on natural grassland / *Strâns în brazde pe fâneață naturală***				
								Slope line / *pe linia de pantă*			**Curve level / *pe curba de nivel***	
Speed no. / *Viteza nr.*	No. */nr.*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	II R / *II R*	III L / *III L*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	III L / *III L*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	IV L / *IV L*	I R / *I R*
Theoretical speed / *Viteza teoretică*	m/s	0.886 / *0,886*	1.228 / *1,228*	1.58 / *1,58*	0.502 / *0,502*	0.822 / *0,822*	1.223 / *1,223*	0.534 / *0,534*	0.781 / *0,781*	1.292 / *1,292*	0.635 / *0,635*	1.187 / *1,187*
Working real speed / *Viteza reală de lucru*	m/s	0.868 / *0,868*	1.195 / *1,195*	1.528 / *1,528*	0.489 / *0,489*	0.796 / *0,796*	1.177 / *1,177*	0.497 / *0,497*	0.714 / *0,714*	1.173 / *1,173*	0.614 / *0,614*	1.140 / *1,140*
Total sliding / *Patinarea totală*	%	2.03 / *2,03*	2.69 / *2,69*	3.29 / *3,29*	2.59 / *2,59*	3.16 / *3,16*	3.76 / *3,76*	6.93 / *6,93*	8.58 / *8,58*	9.21 / *9,21*	3.31 / *3,31*	3.96 / *3,96*
Motive force / *Forța motoare*	N	1280/ *1280*	1326/ *1326*	1499/ *1499*	1257/ *1257*	1385/ *1385*	1572/ *1572*	4738/ *4738*	4762/ *4762*	4839/ *2839*	1214/ *1214*	1415/ *1415*
Rolling resistance of tractor / *Rezistența la rulare a tractorului*	N	1045 / *1045*	1054 / *1054*	1188 / *1188*	1106 / *1106*	1148 / *1148*	1235 / *1235*	964 / *964*	965 / *965*	1019 / *1019*	1097 / *1097*	1177 / *1177*
Rolling resistance of rake / Rezistența la rulare a greblei	N	62 / *62*	63 / *63*	66 / *66*	75 / *75*	79 / *79*	82 / *83*	70 / *70*	73 / *73*	76 / *76*	64 / *64*	66 / *66*
Advance resistance for raking the forages / *Rezistența la înaintare pentru greblarea furajelor*	N	173 / *173*	209 / *209*	245 / *245*	76 / *76*	158 / *158*	255 / *255*	122 / *122*	142 / *142*	162 / *162*	53 / *53*	172 / *172*
Resistance to working displacement of rake / *Rezistența la deplasare în lucru a greblei*	N	235 / *235*	272 / *272*	311 / *311*	151 / *151*	237 / *237*	337 / *337*	192 / *192*	215 / *215*	238 / *238*	117 / *117*	238 / *238*
Resultant of slope / *Rezultanta pantei*, (G·sinα)	N	0	0	0	0	0	0	3582 / *3582*	3582 / *3582*	3582 / *3582*	0	0

Table 4 / *Tabelul 4*

Power balance components of system tractor of slopes (4x4) – front rake /
Componentele bilanțului de putere a sistemului tractor pentru pante (4x4) – grebla frontală

Specification / *Specificație*	UM/ *MU*	Value obtained at / *Valoarea obținută la*										
		Scattered furrows of alfalfa / *Răvășit furaje de lucernă*			Gathering in furrows alfalfa / *Strâns în brazde lucernă*			Gathering in furrows on natural grassland / *Strâns în brazde pe fâneață naturală*				
								Slope line/ *pe linia de pantă*			Curve level/ *pe curba de nivel*	
Speed no. / *Viteza nr.*	No. /*nr.*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	II R / *II R*	III L / *III L*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	III L / *III L*	IV L / *IV L*	I R / *I R*	IV L / *V L*	I R / *I R*
Power consumption at driving through the PTO / *Puterea consumată la acționare prin priza de putere*	W	2392	2724	2864	2219	2309	2491	3588	3675	3848	2838	3324
Power lost in transmission / *Puterea pierdută în transmisie*	W	488	699	1015	271	489	826	1084	1592	2679	330	720
Power consumption to overcome slope / *Puterea necesară învingerii pantei*	W	0	0	0	0	0	0	1653	2383	3896	0	0
The power to move the tractor / *Puterea consumată pentru deplasarea tractorului*	W	910	1265	1820	542	919	1459	492	714	1249	679	1357
Power consumption to overcome drag forces of rake / *Puterea consumată pentru învingerea forțelor de rezistență la înaintare a greblei*	W	204	327	476	75	190	397	233	353	604	73	273
Power lost in sliding / *Puterea pierdută datorită patinării*	W	25.3 / *25,3*	38.8 / *38,8*	72.6 / *72,6*	15.9 / *15,9*	31	66.7 / *66,7*	150.8 / *150,8*	263.7 / *263,7*	502.9 / *502,9*	18.9 / *18,9*	50.7 / *50,7*
Total power required by agreggate / *Puterea totală necesară agregatului*	W	4020	5054	6248	3123	3938	5240	7201	8981	12779	3939	5725

Following thec omputer analysis of static and dynamic stability of the tractor aggregate on slopes including the slope tractor TPI 20 with máximum Wheel track (1.4 m) and frontal rake have resulted maximum working slopes on the slope line 200, and the curve of level of 18^0. By further equipping the tractor with double wheels on the drive axle to slope wheel track can be increased to 22^0. Given, however, that the slope on which the aggregate was tested was only of 13.50 (24%), in order to work the maximum slope of 200 (36%),it is clear that the current power of the tractor engine, 14.72 kW, is not enough.

This is because all components of power increased with increasing working slope, recording the most significant increased power when defeat the slope. Thus, the aggregate works on the slope line and the slope increases from 13.50 to 20^0, the power required to defeating slope increased by 74%. We appreciate that an increase to 20 -22 kW of engine power is sufficient to cover increment of power, resulting in this case a reserve of power necessary for the aggregate to run safely on slopes. (Hermenean, 1997).

REFERENCES

[1]. Hermenean I., Mocanu V., Popescu S. (1995) – *Modern mechanizing technologies for mowing and raking the slope Meadows.;* Revista de mecanizarea agriculturii no. 5;
[2]. Hermenean I., Popescu S., Mocanu V. (1996) - *Characteristic feature of dynamics and energetics of the units tractor-frontal mower at work on slope fields,* volume II of 8th Conference with international participation VEHICLE AND ENVIRONEMENT, University "Transilvania" Braşov;
[3]. Hermenean I. (1997) – *Contributions regarding dynamics and energetics of tractor – agricultural machines aggregates for fodder harvesting on slope fields..* Ph.D.Thesis, University ,,Transilvania" Braşov;
[4]. Hermenean I., Mocanu V., Gâțan D. (2005) – *Mechanizing agricultural Works in mountain areas,* Booklet edited by CEFIDEC Vatra Dornei;
[5]. Hermenean I., Mocanu V. (2008) - *Technologies, machines and installations for harvesting and preserving fodder as hay,* Publishing House of University Transilvania, Braşov, ISBN 978-973-598-347-5
[6]. Ott A., (1979) – *Stage and requirements for mechanizing mountain agriculture*, Report no. 8. Täenikon, Switzerland.
[7]. Sieg, R., (1981) - *Die Aussenmechanisierung der Berbauembetriebe*, Landtechnische schriftenreihe Heft 79 -Wien, Oesterreich;
[8]. Stengler K. H., Stengler A., (1984) - *Mechanisierung der Grasslandbewirtschaftung in Hanglagen*, D.D.R.

Din analiza computerizată a stabilității statice şi dinamice a agregatului format din tractorul pentru pante (4x4) TPI 20 cu ecartamentul maxim al roților (1,4 m) şi grebla frontală au rezultat pante maxime de lucru pe linia de pantă de 20^0, iar pe curba de nivel de 18^0. Prin echiparea suplimentară a tractorului cu roți duble pe puntea motoare față panta de lucru se poate mări până la 22^0. Ținând seama, însă, de faptul că panta pe care s-a încercat agregatul a fost de numai $13,5^0$ (24%), pentru a putea lucra pe panta maximă de 20^0(36%), atunci rezultă clar că puterea actuală a motorului tractorului, de 14,72 kW, este insuficientă.

Aceasta deoarece toate componentele puterilor cresc odată cu creşterea pantei de lucru, creşterea cea mai importantă înregistrând-o puterea necesară învingerii pantei. Astfel, când agregatul lucrează pe linia pantei şi panta creşte de la $13,5^0$ la 20^0 puterea necesară învingerii pantei creşte la greblat cu 74%. Apreciem că o creştere a puterii motorului la 20-22 kW este suficientă pentru acoperirea creşterilor de putere, rezultând în acest caz şi o rezervă de putere strict necesară deplasării în siguranță pe pante a agregatului (Hermenean, 1997).

BIBLIOGRAFIE

[1]. Hermenean I., Mocanu V., Popescu S. (1995) – *Tehnologii moderne de mecanizare a cosirii şi greblării furajelor de pe pajiştile situate pe terenuri în pantă;* Revista de mecanizarea agriculturii nr. 5;
[2]. Hermenean I., Popescu S., Mocanu V. (1996) - *investigatiile experimentale ale dinamicii si energeticii pentru tractoare,masini agricole de recoltat si greblat furaje pe terenuri în pantă;* volumul II al Conferinței 8, cu participare internațională VEHICUL ŞI MEDIUL, Universitatea "Transilvania"Braşov;
[3]. Hermenean I. (1997) – *Contribuții privind dinamica şi energetica agregatelor tractor – maşini agricole de recoltat furaje pe terenuri în pantă.* Teza de doctorat, Universitatea ,,Transilvania" Braşov;
[4]. Hermenean I., Mocanu V., Gâțan D. (2005) - *Mecanizarea lucrărilor agricole în zona montană,* Broşură editată de CEFIDEC Vatra Dornei;
[5]. Hermenean I., Mocanu V. (2008) - *Tehnologii, maşini şi instalații pentru recoltarea şi conservarea sub formă de fân a furajelor de pe pajişti,* Editura Universității Transilvania din Braşov, ISBN 978-973-598-347-5
[6]. Ott, A., (1979) – *Stadiul şi cerințele pentru mecanizarea agriculturii montane*, Raportul nr. 8. Täenikon, Elveția.
[7]. Sieg, R., (1981) - *Die Aussenmechanisierung der Berbauembetriebe*, Landtechnische schriftenreihe Heft 79 -Wien, Oesterreich;
[8]. Stengler, K. H., Stengler, A., (1984) - *Mechanisierung der Grasslandbewirtschaftung in Hanglagen*, D.D.R.

RESEARCH ON STABILITY AND DESIGNING OF PROTECTIVE STRUCTURE OF TRANSPORT VEHICLE FOR SMALL FARMS
/
ИЗСЛЕДВАНЕ НА УСТОЙЧИВОСТТА И НА КОНСТРУКЦИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ НА ЕНЕРГЕТИЧНО ТРАНСПОРТНО СРЕДСТВО ЗА МАЛКИТЕ ЗЕМЕДЕЛСКИ СТОПАНСТВА

Assoc. Prof. PhD Bozhkov S., Assoc. Prof. PhD Badrikov E.,
Ass.Prof. Yankova V., Ass.Prof. PhD Stefanov K., Assoc. Prof. PhD Mihov M.
Research Institute for Land Reclamation and Agricultural Mechanization – Sofia, Bulgaria
Tel: +3592 8929345; E-mail: bozhkov@mail.bg

Abstract: *The results of theoretical research on dynamic stability of newly developed transport vehicle for small farms are presented in the paper. The possibilities for safe operation of the vehicle when driving on horizontal roads with unevenness and on slopes were assessed.*

Using the software "Solid Works" a model of "rollbar" protective structure to simulate situations of external impact, imitating encounters of structure with the ground when the vehicle overturns was developed. The dimensions of structural parts of protective structure and materials for their manufacturing are defined. On the bases of the results a protective structure for the transport vehicle "TK-215T" was worked-out, which is to be tested in laboratory conditions according to European directives.

Key words: *dynamic stability, protective structure, roll-over, transport vehicle.*

INTRODUCTION

Unevenness in the ground affects the stability of the mobile machines used in agricultural production. When running on horizontal road they can be dangerously tilted laterally due to the copying of irregularities as bump, ditch, furrow, etc. Violation of stability can occur when the vehicle runs on sloping terrain and there is a motion of centre of gravity down the slope caused by flowing of transporting load. In these and many other cases appear linear and angular accelerations, which are responsible for affecting the stability with possible negative consequences for the safe and efficient operation of mobile machinery.

The quality of mobile energetic machinery is determined not only by its power output and economic indicators, but also by created conditions for safe working of the operator. Major role in providing the latest play Roll-Over Protective Structures, (ROPS). In agricultural tractors that are safe cab, protective frame and rollbar.

Constructive realization of the protective structure depends on the type of mobile means and possibility for attaching on it. The structure may change the shape for reducing the inertia loads acting in the moment of impact into the ground. However, it should provide an area (called "clearance zone") which remains intact to protect the operator. The type and size of this space are regulated by national and international regulations [5].

The object of study is a transport vehicle TK-215T, which is a modification of the family tractors for small farms "TK-215", designed in the Research Institute for Land Reclamation and Agricultural Mechanization – Sofia (Bulgaria). The engine is diesel, single cylinder, air cooled and with rated power 22 hp. Gear box is mechanical type, with six speeds, fully reversible. Vehicle's four wheels are the same size, driven, steering, fitted with hydraulically actuated rim brakes. The driver seat is reversible. The loading platform of the vehicle fits in its dimensions and the width and length (1250 mm x 1650 mm) allow placement of two pallets. The height of the loading platform (350 mm) is consistent with the ability to

Резюме: *В доклада са представени резултати от теоретично изследване върху устойчивостта на новоразработено транспортно средство за нуждите на малките стопанства. Оценени са възможностите за безопасна експлоатация на транспортното средство при движение по хоризонтални пътища с неравности и по наклонени терени.*

Разработен е имитационен модел на конструкция за безопасност от тип "rollbar", с който са моделирани ситуации на външно въздействие върху конструкцията вследствие преобръщане на транспортното средство. Определени са размерите на съставните й елементи и материалите за тяхното изработване. По получените резултати е изработен опитен образец на конструкция за безопасност за енергетичното транспортно средство „ТК-215Т", който предстои да бъде изпитан в лабораторни условия по утвърдени с европейски нормативни документи методики.

Ключови думи: *динамична устойчивост, конструкция за безопасност, преобръщане, транспортно средство.*

УВОД

Неравностите по опорната повърхност влошават устойчивостта на използваната в земеделското производство мобилна техника. При движение по хоризонтален път опасно може да се окаже странично накланяне в следствие на копиране на такива неравности, като бабуна, канавка, бразда и др. Нарушаване на устойчивостта може да настъпи и когато при движение на транспортно средство по наклонен терен е налице преместване на центъра на масите надолу по склона, предизвикано от стичане на превозвания товар.

Качеството на мобилната енергетична техника се определя не само от нейните мощностно-икономически показатели, но и от създадените условия за безопасен труд на оператора. За осигуряване на последните при земеделските трактори се използват защитни конструкции при преобръщане: безопасна кабина, рама и ролбар.

Конструкцията трябва да притежава деформируемост, която да намали инерционните натоварвания, действащи в момента на удара й в опорната повърхност, като същевременно осигури незасегнато пространство (наречено "свободна зона"), в което безопасността на оператора да бъде гарантирана. Видът и размерите на това пространство са регламентирани с национални и международни нормативни документи [5].

Обект на изследването е транспортното енергетично средство ТК-215Т, което е модификация от фамилията трактори за малки стопанства "ТК-215" , създадена в ИММ-София (България). Двигателят му е дизелов с номинална мощност 22 h.p. Предавателната му кутия е механична, шестстепенна, напълно реверсивна. И четирите му ходови колела са еднакви по размер, задвижващи, управляеми. Работното място на водача е реверсивно. Монтираната върху енергетичното средство товарна платформа се вписва в габаритите му, а ширината и дължината й (1250 mm x 1650 mm) позволяват разположението на две каса-

transporting denser agricultural goods. For the carriage of volumetric loads are provided additional boards with a height of 400 mm. Maximum permissible load, which the vehicle can transport (600 kg) is consistent with wheels' carrying capacity (with twin wheels at the rear axe) and the conditions for safe stopping the mobile machines of this type. Its wheelbase and track width are respectively 2350 mm and 1480 mm, the clearance is 310 mm and the weight is 1080 kg (excluding protective structure). At the rated engine speed vehicle realizes movement with forward speeds in the range 1,9 ... 25,1 km / h.

The aim of the study, results of which are presented in this publication, is ***to estimate the dynamic lateral stability of transport vehicle TK-215T and create a protective structure for the safe operation in mountainous and hilly areas***.

MATERIALS AND METHODS

A number of researches on tractor's stability and creating conditions for its assessment [1, 4, etc.] are dedicated over the years.

Very often as an indicator of stability is used "the dynamic angle of lateral stability" (β_{dyn}), which is the angle of sloping terrain at which the dynamic roll-over occurs. According to data from experimental studies it is between 40 to 60 percents of the static angle of stability (β_{lim}) , where lower values are typical for cases with more intensive action of dynamic factors caused by the higher forward speeds. In this research the values of dynamic angle of lateral stability are determined using this ralationship and the values of static angle of lateral stability, which are calculated by using the data for wheelbase, track width and coordinates of the centre of gravity of the vehicle.

In the process of investigation of the dynamic lateral stability of the transport vehicle "TK-215T" are considered situations, which are typical for farming practice, but presenting a risk to the safe operation of equipment, namely:

- movement on a horizontal road with unevenness;
- work on slopes with different types and quantity of loads in the loading platform.

In the case of movement on a horizontal road with unevenness the dynamic lateral stability was estimated with the limiting angle of inclination caused by the breakdown / raising the wheels on one side of the mobile machine, as a result of copying the uneven ground, and with the dangerous size of unevenness in the ground (height of the embankment, depth of the ditch, etc.), which can lead to its dynamic roll-over. Examined the variants of movement without load in the loading platform and with different in quantity and volume load in the loading platform within acceptable in technical data loading capacity 600 kg. Dangerous size of unevenness of the ground (h_{dyn}) is calculated using the well known in tractor theory [2, 3, ect.] formula (1), where „*B*" is the track width of the mobile machine, measured in millimeters.

палети. Височината ѝ (350 mm) е съобразена с възможността за превоз на основната маса по-плътни земеделски товари. За превоз на обемни товари са предвидени допълнителни надставни бордове с височина 400 mm. Товароносимостта на транспортното средство е 600 kg. Надлъжната и напречната му бази са съответно 2350 mm и 1480 mm, клиренсът е 310 mm, а масата му 1080 kg. В номинален режим на двигателя реализира постъпателни скорости в диапазона 1,9…25,1 km/h.

Целта на настоящото изследване е ***да се оцени динамичната напречна устойчивост на енергетичното транспортно средство ТК-215Т и се създаде защитна конструкция за безопасната му работа в планински и предпланински райони***.

МЕТОДИ И СРЕДСТВА

Върху устойчивостта на тракторите и създаването на условия за нейната оценка са посветени редица научни изследвания [1, 4 и др.].

Много често като показател за оценка на устойчивостта се използва "динамичния ъгъл на напречна устойчивост" (β_{dyn}), представляващ ъгъла на напречен наклон, на който възниква динамичното преобръщане. По данни от многократно проведени опитни изследвания той е между 40 – 60 % от статичния ъгъл на напречна устойчивост (β_{lim}), като по-ниската гранична стойност е характерна за случаите с по-интензивно действие на динамичните фактори. В настоящото изследване динамичният ъгъл на напречна устойчивост е определян с помощта на посоченото съотношение, като статичният ъгъл на напречна устойчивост е изчисляван за всеки конкретен случай по данни за надлъжната и напречната бази и координатите на центъра на масите на транспортното средство.

В процеса на изследване на динамичната напречна устойчивост на ТК-215Т са разгледани ситуации, типични за земеделската практика, но криещи риск за безопасната експлоатация на техниката, а именно:

- движение по хоризонтален път с неравности;
- работа на наклонени терени с различни видове и количество товари в товарната платформа.

За случая на движение по хоризонтален път с неравности е изчислен граничният ъгъл на напречен наклон, предизвикан от пропадането/издигането на ходовите колела от едната страна на мобилната машина, в следствие на копирането на неравности по опорната повърхност, и опасният размер на неравностите на опорната повърхност (височина на насипа, дълбочина на канавката и др.), които могат да доведат до динамичното ѝ преобръщане. Разгледани са вариантите на движение без товар и при наличие на различен по количество и обем товар в товарната платформа в границите на допустимата по технически данни товароносимост 600 kg. Опасният размер на неравността на опорната повърхност (h_{dyn}), е изчислен с помощна на известната в теорията [2, 3 и др.] формула (1), в която „*B*" е напречната база на мобилната машина, измерена в милиметри.

$$h_{dyn} = \frac{B}{2} tg \frac{\beta_{\lim}}{2} \quad , \qquad (1)$$

For the case of motion on a sloping terrain with different types and quantity of the loads in the loading platform has been evaluated the impact of:

- the quantity of even distributed load in the loading platform;
- the volume of even distributed load in the loading platform;
- flowing behavior of the load.

За случая на движение по наклонени терени с различни видове и количество товари в товарната платформа, е оценено влиянието на:

- количеството на товара, равномерноразпределен в товарната платформа;
- обема на товара, равномерноразпределен в товарната платформа;
- стичането на товара към някоя от страните на товарната платформа.

Using Excel software an approximation of the obtained results is made and formulas, which give the relationship between observed indicators (the dynamic angle of lateral stability and dangerous size of unevenness of the ground) and type and quantity of the load in the loading platform are worked out. The accuracy of the choice of approximating functions is assessed with the indicator R-squared (R^2), called in the statistical studies "coefficient of determination".

In the first phase of the study on protective structure's developing, taking into account the statutory requirements about providing the necessary "clearance zone" and the structural characteristics of transport vehicle TK-215T, tentative sizes of its structural parts are predetermined. To specify them according to the possible materials for their manufacture, a simulation model for the selected type of protective structure was developed using the software "Solid Works".

For investigation of influence of the external impact on protective structure some situations were modeled, imitating her encounters with the ground due to lateral roll-over of the transport vehicle. Some cases in which forces with different points of application act on the protective frame are discussed, namely:

- the forces are applied sideways and are distributed along the sloping part of the protective frame (fig.1.b);
- the forces are applied vertically along the horizontal part of the protective frame (fig.1.c).

Although real, the case where the forces are concentrated at one point (fig.1.a) is not analyzed because it is assumed as transient and is preceded the next on the same figure. It is not analyzed also the case in which the forces are applied vertically across sloping side of the protective frame (fig.1.d), because it is possible only during longitudinal roll-over of the transport vehicle TK-215T, which in practice is almost unrealizable in real conditions.

Taking into account the configuration and location of the protective frame on the vehicle the following assumptions about the values of the forces applied on protective structure were adopted:

- the maximum force that may act sideways on the protective frame in event of roll-over of the transport vehicle will not exceed half of the force created by vehicle's weight of gravity;
- the maximum value that can reach the force, acting on the horizontal part of the protective frame, shall not exceed the force created by weight of gravity of less loaded axle of the transport vehicle (in our case – front axle).

С помощта на програмния продукт Excel е извършена аппроксимация на получените резултати, като са изведени функционални зависимости, които дават връзката между наблюдаваните показатели за оценка на динамичната устойчивост на транспортното средство (ъгъла на динамична устойчивост и размера на опасните неравности върху опорната повърхност) и вида и количеството на товара в товарната платформа. Точността на избора на апроксимиращите функции е оценена с показателя R^2, наричан в статистическите изследвания "коефициент на определеност".

През първия етап от изследването за разработване на конструкцията за безопасност, отчитайки изискванията за осигуряване на необходимата "свободна зона" и конструктивните дадености на ТК-215Т, са определени предварителни, ориентировъчни размери на отделните й елементи. За уточняването им, съобразно възможните за използване материали за тяхното изработване, с помощта на програмния продукт "Solid Works" е разработен имитационен модел на избрания тип конструкция за безопасност.

Моделирани са ситуации на външно въздействие върху конструкцията за безопасност, имитиращи съприкосновението й с опорната повърхност, вследствие на странично преобръщане на транспортното средство. Разгледани са случаи, при които върху защитната рамка действат сили, различни по място на прилагане, а именно:

- силите са приложени странично, като са разпределени по дължината на наклонената страна на защитната рамка (фиг.1.b);
- силите са приложени вертикално по дължината на хоризонталната страна на защитната рамка (фиг.1.c).

Макар и реален, случаят, при който силите са съсредоточени в една точка (фиг.1.a), не е анализиран, тъй като е прието, че е преходен и предшества следващите, представени на същата фигура. Не е анализиран и случаят, при който силите са приложени вертикално по цялата наклонена страна на защитната рамка (фиг.1.d), поради факта че той е възможен само при надлъжно преобръщане на ТК-215Т, на практика нереализуемо в реални условия.

С отчитане на конфигурацията и разположението на защитната рамка върху транспортното средство са приети следните предположения, относно стойностите на прилаганите върху конструкцията за безопасност сили:

- максималната сила, която би въздействала странично върху защитната рамка при преобръщане на ТК-215Т, няма да превиши половината от силата на тежестта, създавана от сцепната му маса;
- максималната стойност, която може да достигне силата, действащата върху хоризонталната страна на защитната рамка, не превишава силата на тежестта от сцепната маса върху по-малко натоварения (предния) мост на транспортното средство.

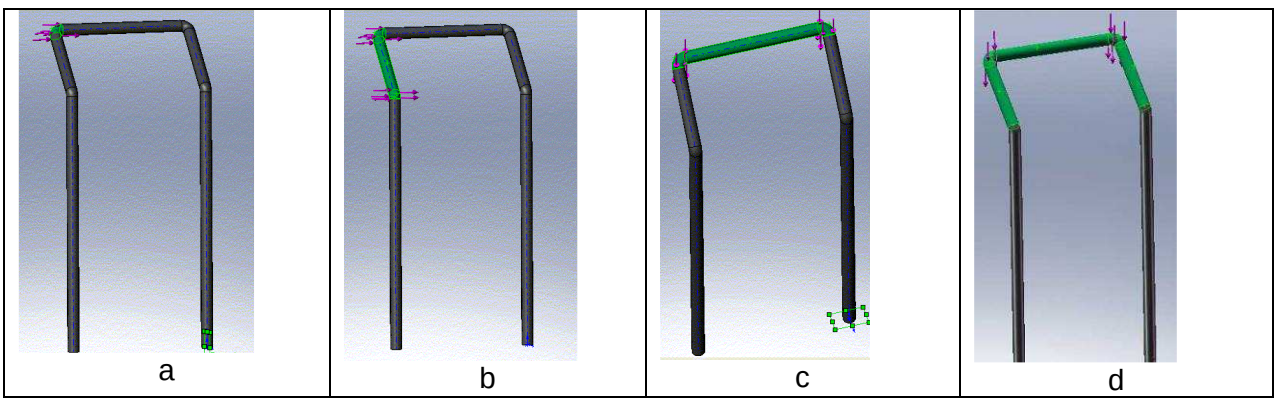


Fig. 1 - Places and modes of force application on the protection frame /
Места и начини на прилагане на силите върху защитната рамка

With the developed simulation model of the protective structure, adopted loading schemes and maximum values of the forces was tested structure strength at various angular and linear dimensions of structural parts, types of materials for their manufacturing and etc. The assessment was carried out on the basis of results for linear displacements and maximum stresses that would occur in the protective structure in event of roll-over of the transport vehicle TK-215T.

RESULTS AND DISCUSSION

Results of the study on the dynamic lateral stability of TK-215T running on horizontal road with unevenness

Based on experimentally proven relationship between dynamic and static angles of lateral stability is established that in case of movement of the transport vehicle TK-215T without load the angle which can cause roll-over in result of unevenness in the road varies between 20° and 30°. Practically, lateral roll-over as a result of following of vehicle's side wheels in ditch or furrow is excluded. The size of unevenness that would cause it (h_{dyn} = 346 mm) is bigger than the clearance, which means that the vehicle would rather "lying on stomach", before it rolls over.

Interesting for practice is a motion of the transport vehicle TK-215T with load in the loading platform. The results of determination using the formula (1) the size of maximum permissible unevenness of the ground for save movement of the vehicle, depending on the weight of transported load, distributed in the loading platform, are presented in figure 2.

Fully consistent, the maximum size of unevenness, which the vehicle TK-215T can overcome without roll-over, is decreasing with increasing the amounts of transported load (more than 15% in case of movement with a maximum permissible load compared to movement without load in loading platform). The point here is that despite the worsening dynamic stability, its ability to run on uneven surfaces remains high enough, which is further confirmation of a well-reasoned design decisions made in its development.

С разработения имитационен модел на конструкцията за безопасност, приетите схеми на натоварване и максималните стойности на силови въздействия е изследвана здравината й при различни ъглови и линейни размери на отделните нейни елементи, видове материали за тяхното изработване и др. Оценката е извършвана на базата на получените резултати за линейните премествания и максималните напрежения, които биха възникнали в конструкцията за безопасност при преобръщане на транспортното средство ТК-215Т.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултати от изследването на динамичната напречна устойчивост на ТК-215Т при движение по хоризонтален път с неравности

Базирайки се на опитно доказаното съотношение между динамичния и статичния ъгли на напречна устойчивост е установено, че при движение на ТК-215Т без товар ъгълът, който може да предизвика динамично преобръщане, породено от неравностите по пътя, варира между 20° и 30°. На практика е изключено напречно преобръщане в следствие пропадане на страничните ходови колела в канавка или бразда. Размерът на неравностите, който би го предизвикал (h_{dyn} = 346 mm), е по-голям от клиренса, в резултат на което ТК-215Т по-скоро би "легнало по корем", преди да се преобърне.

Интерес за практиката представлява движението на ТК-215Т с товар. На фиг.2 са представени резултатите от определянето с помощта на формула (1) на пределния размер на възможните за безопасно преодоляване неравности върху опорната повърхност в зависимост от масата на равномерноразпределения товар в товарната платформа.

Напълно логично, с увеличаване на количеството на превозвания товар намалява (с повече от 15% при движение с максимален товар по сравнение при движение без товар) максималният размер на неравностите, които може да преодолее транспортното средство ТК-215Т без опасност от преобръщане. Важното в случая е, че въпреки влошаващата се динамична устойчивост, способността му да се движи по неравни повърхности остава достатъчно висока, което е потвърждение за добре обоснованите конструктивни решения, реализирани при неговото създаване.

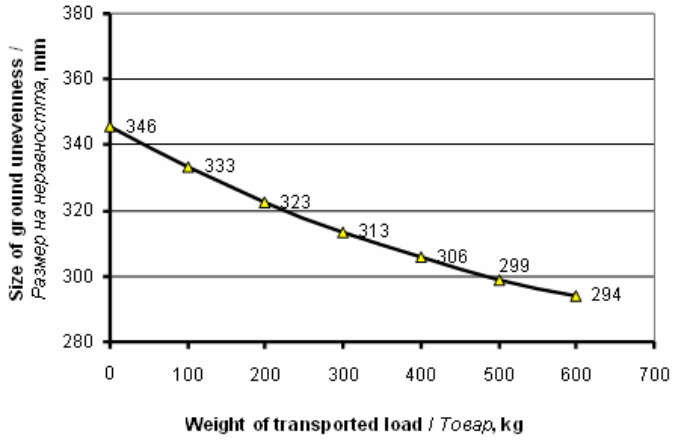


Fig. 2 - Relationship between maximum permissible unevenness of the ground and the weight of transported load distributed in the loading platform of TK-215T / *Зависимост на максималнодопустимата неравност на опорната повърхност от масата на товара, равномерноразпределен в товарната платформа на ТК-215Т*

Approximating the results of figure 2, is derived a formula (2) for determining the size of hazardous unevenness on the ground (Δ_{ground}) depending on the quantity of transported load (m_{load}), distributed in the

Апроксимирайки резултатите, представени на фиг.2, е изведена формула (2) за определяне на размера на опасните неравности върху опорната повърхност (Δ_{ground}) в зависимост от количеството на товара (m_{load}),

loading platform of TK-215T:

$$\Delta_{ground} = -0{,}0861.m_{load} + 342 \quad , \tag{2}$$

The indicator assessing the accuracy of the choice of approximating function is R^2 = 0,9809.

The results can serve as a reference when choosing a regime that ensures safe motion of the transport vehicle TK-215T with loads on land with an uneven surface.

Results of the study of the dynamic lateral stability of TK-215T on slopes

The formulas for assessing of the vehicles stability when driving on slopes with different types and quantity of load in loading platform are presented in table 1. They are derived by taking into account the impact that each link in the chain "load – static angle - dynamic angle" appears to next one for the cases with more intensive action of dynamic factors. With their help on the bases of data for the weight of transported dense or flowing load and the coordinate of centre of gravity of volumetric load the size of the limiting angle, providing safe movement of transport vehicle on inclined terrains for each of the operational situations can determine.

равномерноразпределен в платформата на ТК-215Т:

Стойността на показателя, оценяващ точността на избора на апроксимиращата функция, е R2 = 0,9809.

Резултатите могат да служат за ориентир при избора на режим, осигуряващ безопасно движение на енергетичното транспортно средство ТК-215Т с товар по терени с неравна повърхност.

Резултати от изследването на динамичната напречна устойчивост на ТК-215Т при работа на наклонени терени

В таблица 1 са представени формули за оценка на устойчивостта на транспортното средство при движение по наклонени терени с различни видове и количество товари в товарната платформа. Изведени са с отчитане влиянието, което всяко едно звено от веригата „товар - статичен ъгъл - динамичен ъгъл" оказва на следващото за случаите с по-интензивно действие на динамичните фактори. С тяхна помощ по данни за масата на превозвания плътен или течлив товар и вертикалната координата на центъра на масите (ц.м.) на обемен товар може да се определи размерът на граничния ъгъл, осигуряващ безопасно движение върху наклонена опорна повърхност за всяка една от посочените експлоатационни ситуации.

Table 1 / *Таблица 1*

Formulae for calculating the limiting angle of inclined terrain, ensuring safe motion of the transport vehicle TK-215T / *Зависимости за изчисляване на граничния ъгъл на наклона, позволяващ безопасно движение на енергетичното транспортно средство ТК-215Т*

Operating condition / *Експлоатационно условие*	**Formulae / *Функционална зависимост***	**Coefficient of determination / *Коефициент на определеност "R^2"***
Dense load distributed in the loading platform	$\beta_{dyn\,d.l.} = -0.0045.m_{load} + 19.85$ / $\beta_{dyn\,d.l.} = -0{,}0045.m_{load} + 19{,}85$	R^2 = 0.9828 / R^2 = 0,9828
Flowing load	$\beta_{dyn\,f.l.} = -0.0064.m_{load} + 19.792$ / $\beta_{dyn\,f.l.} = -0{,}0064.m_{load} + 19{,}792$	R^2 = 0.9768 / R^2 = 0,9768
Volumetric load with weight 600 kg, distributed in the loading platform	$\beta_{dyn\,v.l.} = -0.045.h_{load} + 18.086$ / $\beta_{dyn\,v.l.} = -0{,}045.h_{load} + 18{,}086$	R^2 = 0.9986 / R^2 = 0,9986

The appearance of the first two formulas talk about that increasing of load in the loading platform of the transport vehicle TK-215T reduces the value of the angle, which may cause its roll-over. The results obtained with their help show that when transporting a loads within the range from zero to maximum permissible load the dynamic lateral stability of the transport vehicle deteriorates to 15% when running with distributed load and to 20% with flowing load.

Dynamic stability of TK-215T deteriorates also with increasing vertical coordinate of centre of gravity of the load. When the height of centre of gravity of loads is near the middle of the height of the loading platform (as is desirable to have a volumetric distributed load), lowering the value of limiting angle is negligible - only about one degree, which is a good testimonial for the implemented design solutions in creating a vehicle.

Results of research on creating of roll-over protective structure

Based on international experience in creating protective structures for mobile means such as "TK-215T

Видът на първите две формули говори за това, че увеличаването на товара в товарната платформа на ТК-215Т води до намаляване на стойността на ъгъла на наклона, който може да предизвика неговото преобръщане. Резултатите, получени с тяхна помощ, показват, че при превоз на товари в границите от нула до максималната товароподемност динамичната му напречна устойчивост се влошава до 15% при движение с равномерноразпределен товар и до 20% с изместен товар.

Влошава се динамичната устойчивост на ТК-215Т и с увеличаване на вертикалната координата на ц.м. на товар. При височина на ц.м. на товара в зоната на средата на височината на товарната платформа (каквото е желателно да има обемния товар), понижаването на стойността на граничния ъгъл е незначително – само около един градус, което е добър атестат за реализираните конструктивни решения при създаването на транспортното средство.

Резултати от изследването върху конструкцията за безопасност при преобръщане

Основавайки се на световния опит в създаване на конструкции за безопасност за мобилни средства от типа

is adopted that the newly protective structure to be of type "rollbar", and the protective frame of the structure to be work out of a tube with circular section. The shape of the protective frame is a result of searching the configuration, in which the element, bearing the main load in the event of a roll-over, is positioning as close as possible to the driver seat.

Suitable location for mounting the protective structure on the transport vehicle TK-215T is the sleeves of its front axle.

They are steel castings and have sufficient strength to bear additional loads that would arise in case of roll-over. Constructive implementation of the elements for attaching the protective frame to the vehicle is consistent with the presence of horizontal platforms with threaded holes on the front axle sleeves.

Joining the protective frame to each of the sleeves is carried out with the means of support, consisting of a spike on which the protective frame is placed and a plate, which by bolts is fixed to the axle sleeves. Fixing the protective frame to means of support is provided by two locking pins.

Using the developed simulation model different situations are modeled in order to optimize the structure design in strict compliance with the requirements about necessary "clearance zone". Figure 3 presents the linear displacements (fig.3.a) and stresses (fig.3.b), emerging in the chosen type of structure, when 5 kN external forces are borne by the sloping side of the protective frame.

Recorded maximum values of these parameters in more loaded sections of the structure (approximately 45 mm for the linear displacements and 300 MPa for the stresses) were below the crucial limits of materials used for making up the structural parts. The results refer to the cases where the vehicle is unladen.

Impact that can have weight of the load, transported by TK-215T, was assessed by modeling the situation in which the external forces are of value 7,5 kN.

The results are presented on fig.3.c and fig.3.d. The expected increasing of examined parameters' values is within the permissible margins, which gives reason to believe that the driver's safety will be guaranteed.

на "ТК-215Т" е прието новоразработваната защитна конструкция да е от тип "ролбар", като защитната рамка се изработи от тръба с кръгло сечение. Формата на защитната рамка е резултат от търсенето на подходящата конфигурация за позициониране на елемента, поемащ основното натоварване в случай на преобръщане, възможно най-близко до мястото на водача.

Подходящо място за монтиране на конструкцията за безопасност върху транспортно средство ТК-215Т са ръкавите на предния му мост.

Последните са стоманени отливки и притежават достатъчна здравина за да поемат допълнителните натоварвания, които биха възникнали при евентуалното му преобръщане. Конструктивното изпълнение на елементите за присъединяване на защитната рамка към транспортното средство е съобразено с наличието върху ръкавите на предния мост на хоризонтални площадки с резбови отвори.

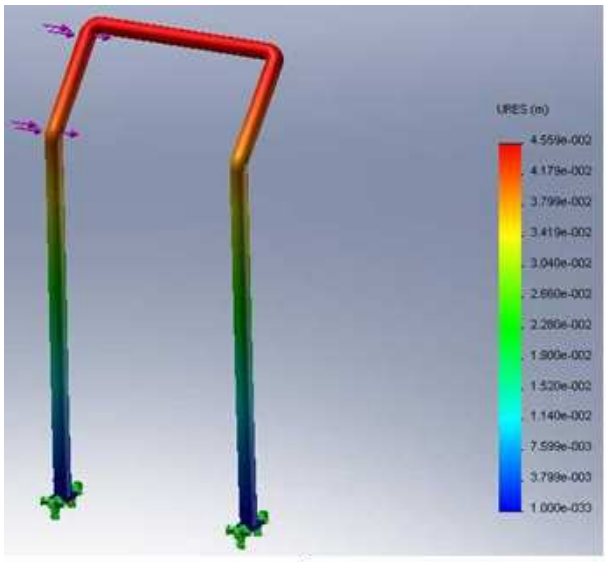
Присъединяването на защитната рамка към всеки от ръкавите на предния мост е осъществено с помощта на опора, състояща се от шип, на който се надява защитната рамка, и опорна планка, която с помощта на болтове се фиксира към хоризонталните площадки на ръкавите на предния мост. За фиксиране на защитната рамка по отношение на опорите е предвиден фиксиращ щифт.

За оптимизиране на конструктивната разработка с помощта на разработения имитационен модел са моделирани различни ситуации. На фиг.3 са представени линейните премествания (фиг.3.а) и напреженията (фиг.3.b), възникващите в избраната за оптимална конструкция за безопасност, когато 5 kN-ови външни силови въздействия се поемат странично от наклонената част на защитната рамка.

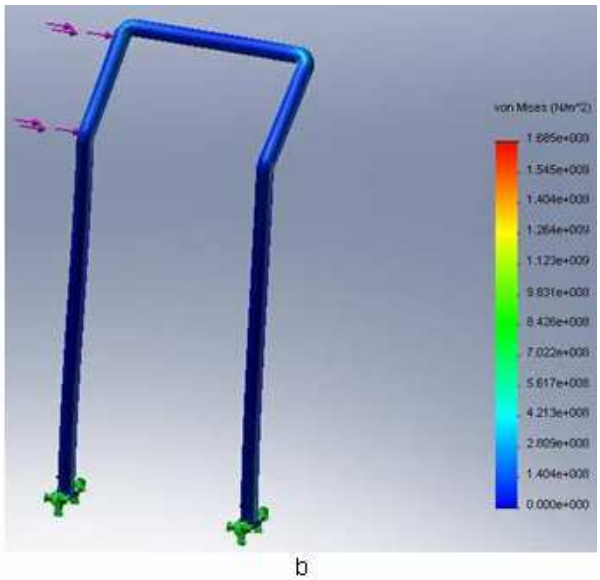
Регистрираните максимални стойности за изследваните показатели в най-натоварените участъци на конструкцията (около 45 mm за линейни премествания и 300 MPa за възникващите напрежения) са под пределните за материалите, от които са изработени елементите на конструкцията. Резултатите се отнасят за случаите, когато транспортното средство е без товар.

Влиянието, което може да окаже масата на превозвания товар, е оценено с моделиране на ситуация, при която външните силови въздействия са със стойност 7,5 kN. Резултатите са представени на фиг.3.с и фиг.3.d.

Очакваното покачване на стойностите на изследваните параметри е в границите на допустимото, което дава основание да се счита, че безопасността на водача също ще бъде гарантирана.



a



b

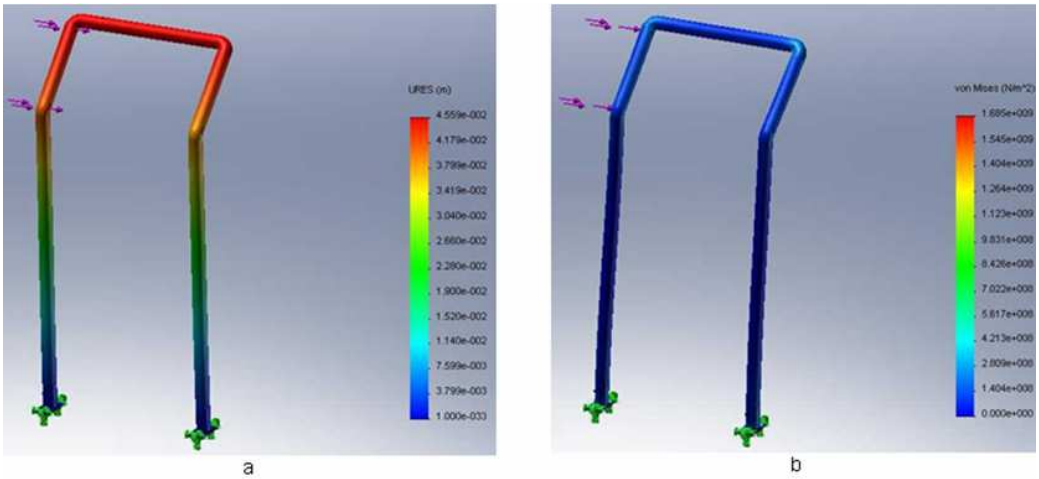


Fig.3 - Linear displacements and stresses emerging in the protective structure, when external forces are borne by the sloping side of the protective frame / *Линейни премествания и напрежения, възникващите в конструкцията за безопасност, когато външните силови въздействия се поемат странично от наклонената част на защитната рамка*
a, b – 5 kN; c, d – 7,5 kN

Similarly, the situation presented on fig.1.c. was investigated. On the bases of the obtained results firstly suggested parameters of the frame and other parts of protective structure were adjusted.

Analysis of the results shows that with this configuration and design parameters **the newly developed protective structure will provide needed "clearance zone" to protect the driver in case of roll-over of the vehicle.**

The specified optimal design parameters of the protective frame are presented in table 2.

По аналогичен начин е изследвана и ситуацията на натоварване на конструкцията за безопасност от фиг.1.с. В зависимост от получените резултати са коригирани първоначално приетите параметри на рамката и присъединителните елементи.

Анализът на резултатите показва, че при тази конфигурация и с тези конструктивни параметри ***новоразработената конструкция за безопасност ще осигури необходимата свободна зона за водача, за да го защити в случай на преобръщане на транспортното средство.***

Уточнените оптимални конструктивни параметри на защитната рамка са представени в табл.2.

Table 2 / *Таблица 2*

Optimal parameters of the protective frame of protective structure for the transport vehicle TK-215T / *Оптимални параметри на защитната рамка от конструкцията за безопасност за енергетичното транспортно средство ТК-215Т*

Design parameters / *Конструктивни параметри*	**Values / *Стойности***
Dimensions / *Габаритни размери*, mm: - Height / *височина*; - Width / *ширина.*	 1620 782
Height of the vertical part / *Височина на вертикалната част,* mm	1360
Angle of inclination of inclined part / *Ъгъл на наклона на наклонената част от вертикалата*, degree	45
Weight (with attachments) / *Маса (заедно с присъединителните елементи),* kg	26

On the bases of all results a technical documentation was developed and an experimental model of rollbar protective structure is worked-out. The newly created structure, mounted on the transport vehicle TK-215T, is presented in figure 4.

По получените резултати е разработена техническа документация и е изработен опитен образец на конструкция за безопасност от тип "ролбар". Новосъздадената конструкция за безопасност, монтирана върху енергетичното транспортно средство ТК-215Т, е представена на фиг.4.

Fig. 4 - General view of transport vehicle for small farms TK-215T with the newly protective structure / *Общ вид на енергетичното транспортно средство за малки земеделски стопанства ТК-215Т с конструкцията за безопасност*

CONCLUSIONS

The results of investigation on the dynamic lateral stability of the transport vehicle for small farms TK-215T confirmed the correctness of the design decisions made in its creation.

The obtained limiting values of the angle of inclination (between 20 ° and 30 ° when driving on the road with bumps) and of the unevenness on the ground, which can overcome the vehicle TK-215T (between 346 mm and 294 mm depending on the quantity of load at the loading platform) and formulas for assessing its stability may be useful in selection of modes for safe driving on sloping or uneven land surfaces, and in comparing it with mobile means with similar technical parameters and use. Analysis of the results on creation of protective structure for TK-215T showed that with the selected configuration and specified design parameters the newly developed rollbar construction combines the opportunity for easy attaching and detaching and provides the necessary strength and reliability to protect the driver in event of roll-over of the vehicle.

Another advantage is that this protective structure can also be installed on the widened modification of the tractor family, which representative is TK-215T, and after simple structural changes on the narrow modification of the same family. In the near future It is to be tested in laboratory conditions according to European directives.

REFERENCES

[1]. Daskalov A., (1989) – *Dinamic stability ot the tractors against overturning*, Sofia, Bulgaria.
[2]. Ljubenov S., (1997) – *Tractors and automobiles*, ISBN 954-8861-06-2, Russe, Bulgaria.
[3] Kutkov G., (1996) – *Theory ot the tractor and automobile*, ISBN 5-10-003142-5, Moscow, Rossia.
[4] Vlăduț V., Găgeanu P, Ganga M., Biriş S. - *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, 2007, ISSN 1221-5872, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS - SPECIAL ISSUE, Cluj Napoca, 2007, Romania.
[5] OECD Standard Code for the Official Testing of Protective Structures on Agricultural and Forestry Tractors.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Резултатите от изследването на динамичната напречна устойчивост на енергетичното транспортно средство за малки земеделски стопанства ТК-215Т потвърждават правилността на конструктивните решения, реализирани при създаването му.

Получените гранични стойности за ъгъла на наклона (между 20° и 30° при движение на път с неравности) и за размера на неравностите, които може да преодолее транспортното средство ТК-215Т без опасност от преобръщане (между 346 mm и 294 mm в зависимост от количеството на товара в товарната платформа) и изведените зависимости за оценка на неговата устойчивост могат да послужат при избора на режими за безопасно движение по наклонени или с неравна повърхност терени, както и за сравняването му с аналогични по технически параметри и предназначение мобилни средства. Анализът на резултатите по създаването на конструкция за безопасност за ТК-215Т показа, че с избраната конфигурация и с уточнените конструктивни параметри новоразработената конструкция за безопасност от тип "ролбар" съчетава възможността за лесен монтаж и демонтаж и осигурява необходимата здравина и надеждност за да защити водача в случай на преобръщане на транспортното средство.

Допълнително предимство на създадената защитна конструкция е факта, че може да бъде монтирана също върху уширената модификация от фамилията трактори, представител на която е ТК-215Т, а с неголеми конструктивни изменения и върху тясната модификация от същата фамилия. В близко бъдеще предстои изпитването на конструкцията за безопасност в лабораторни условия по утвърдени с европейските стандарти методики.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Даскалов А., (1989) - *Динамична устойчивост на тракторите срещу прекатурване*, София, България.
[2]. Любенов С., (1997) – *Трактори и автомобили*, ISBN 954-8861-06-2, Русе, България,.
[3] Кутьков Г., (1996) – *Теория трактора и автомобиля*, ISBN 5-10-003142-5, Москва, Русия.
[4] Vlăduț V., Găgeanu P, Ganga M., Biriş S. - *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, 2007, ISSN 1221-5872, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS - SPECIAL ISSUE, Cluj Napoca, 2007, Romania.
[5] OECD Standard Code for the Official Testing of Protective Structures on Agricultural and Forestry Tractors.

RESEARCH ON MECHANICAL INJURY OF TUBER POTATOES DURING HARVESTING
/
CERCETĂRI PRIVIND VĂTĂMAREA MECANICĂ A TUBERCULILOR DE CARTOF ÎN TIMPUL RECOLTĂRII

PhD Eng. Căpățînă I., Prof. PhD Eng Brătucu Gh.
Transilvania University of Brasov
Tel: 0268472222, E-mail: ionutcapatina@unitbv.ro

Abstract: *In the paper are presented the results of experimental researches regarding the mechanical injuries of the potato tubers during the harvesting process. The researches were made in autumn of the year 2010, in four locations, where they were cultivated different types of potatoes. At harvesting were used five different types of equipments. The samples consist in one thousand tubers, which were calibrated according to the existing norms, in 11 classes of dimension and then they were sorted in order to identify the mechanical injuries. The paper emphasizes the influence of the used equipment type and the soil status at the harvest time over the percentage of resulted mechanical injury*.

Keywords: *mechanical injury, potato, potatoes harvesting machine.*

INTRODUCTION

The potato was first cultivated in Peru and Bolivia and it was used by the incas 2000 years before the arrival of Spanish explorers. In the early 1500s the spanish explorers led by Pizaro discovered potatoes in Ecuador. From here, the explorers brought the potato to Spain, Italy and France, the latter rejecting the potatoes at first.

In the twentieth century, the area cultivated with potatoes increased continuously. Annual potato production in developed countries increased from 30 million tons in the early 60s to 85 million tonnes in recent years. According to a FAO study entitled ``Potatoes in the 1990s``, potato production in developing countries which recorded a 3.6 percent annual rate is expected to increase by more than 5 percent per year, especially in Asia, Africa and Latin America. This increase is caused both by improvements in productivity they bring to these countries, but also due to increased area cultivated with potato. FAO report states that potato production in Asia increased by 136 percent feom 1961 and by 140 percent in Africa. It also states that the second largest potato growing after Russia is China, and the third is Poland.

The potato is a staple food, both in Romania and at global scale. His content of nutrients and vitamins recommend him for use in various food recipes, available for consumers of all ages. Higher productions on hectare and climatic conditions of specific areas in Romania have made the potato a principal product for the existence of a large number of farmers. At the same time the potato proved to be a vegetable product particularly sensitive to fluctuations of temperature and humidity, soil physical and chemical characteristics and especially to a lot of diseases and pests.

The technologies and equipment used in potato production and primary processing follow the idea of ensuring a quality product under ecological aspect and with total low costs. It turns out however, that most of the existing potatoes on the market contain harmful elements, are sick and degraded from the use of inappropriate technologies and equipment for there production, conditioning or for there processing.

Rezumat: *În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor experimentale referitoare la vătămarea mecanică a cartofului în procesul de recoltare. Cercetările s-au efectuat în toamna anului 2010, în patru locații, pe care s-au cultivat diferite soiuri de cartof. La recoltat s-au utilizat cinci echipamente diferite. Probele au constat din câte 1000 tuberculi, care au fost calibrați conform normativelor, în 11 clase de dimensiuni, după care s-a făcut sortarea în vederea evidențierii vătămărilor mecanice. Se evidențiază în lucrare influența tipului de echipament folosit şi a stării terenului in momentul recoltării asupra procentului de vătămări mecanice rezultate.*

Cuvinte cheie: *cartof, combină de recoltat, vătămare mecanică.*

INTRODUCERE

Cartoful a fost cultivat pentru prima oară în Peru şi Bolivia şi a fost utilizat de către incaşi cu 2000 de ani înainte de sosirea exploratorilor spanioli. La începutul anilor 1500 exploratorii spanioli în frunte cu Pizaro au descoperit cartoful în Ecuador. De aici, exploratorii au adus cartoful în Spania, Italia şi Franța, acestea din urmă neacceptând cartoful de la început.

În secolul al-XX-lea, suprafața cultivată cu cartofi a crescut în continuu. Producția anuală de cartofi în țările dezvoltate a crescut de la 30 de milioane tone la începutul anilor 60 la 85 de milioane tone în ultimii ani. Conform unui studiu FAO intitulat ``Cartofii în anii 1990``, producția de cartof în țările în curs de dezvoltare care înregistrează o rata anuală de 3,6 procente este prevăzută să crească cu mai mult de 5 procente pe an, în special în Asia, Africa şi America Latină. Această creştere este cauzată atât de îmbunătățirile pe care aceste țări le aduc în productivitatea lor, dar şi datorită creşterii ariei cultivate cu cartof. Raportul FAO precizează că producția de cartofi din Asia a crescut cu 136 de procente din 1961, şi cu 140 de procente în Africa. De asemenea, se precizează că a doua mare cultivatoare de cartofi după Rusia este China, iar a treia este Polonia.

Cartoful reprezintă un aliment de baza, atât in România cât şi la scara globala. Conținutul său în substanțe nutritive şi vitamine îl recomandă pentru a fi folosit în diferite rețete alimentare, valabile pentru consumatorii de toate vârstele. Producțiile mari la hectar şi condițiile pedoclimatice specifice unor zone din România au făcut din cartof un produs principal pentru existenta unui număr mare de fermieri. În acelaşi timp cartoful se dovedeşte a fi un produs vegetal deosebit de sensibil atât la variațiile mari de temperatura şi umiditate, la caracteristicile fizico-chimice ale solului, cât mai ales la o mulțime de boli şi dăunători.

Tehnologiile şi echipamentele utilizate la producerea şi prelucrarea primară a cartofului urmăresc în mare parte ideea asigurării unui produs de calitate superioară sub aspect ecologic şi cu costuri totale cât mai mici. Se dovedeşte însă că o mare parte din cartofii existenți pe piață conțin elemente dăunătoare sănătății, sunt îmbolnăviți şi degradați în urma utilizării unor tehnologii şi echipamente necorespunzătoare pentru producere, condiționare sau chiar pentru procesarea acestora.

MATERIAL AND METHOD

In this paper are presented the results of experimental researches conducted to determine the influence of the potato harvest work on its quality depending on the type of harvesting equipment, the soil condition (moisture content, penetration resistance) and the potato type.

The harvesting equipment used in the experimental research covered the whole range of potato harvesting equipment, from simple machines to modern self-propelled harvester with a high degree of automation.

To determine the soil characteristics it was used the static penetrometer Dickey-John (Fig. 1), at which the pressure is created by the human operator, and the soil penetration resistance is converted to analog signals and read from the meter device in lbf / inch^2 (1 lbf/inch^2 = 1 / 6, 895 kPa).

Soil moisture was measured by capacitive portable humidity analyzer KKT (Fig. 2) of PT-1 type, intended for rapid determination of soil moisture content directly in the field.

The measurements consisted from determining the soil characteristics (moisture, soil penetration resistance) in both the potato billon zone (at a depth of 20 cm) and between billons (at surface - 10 cm and deepness - 50 cm) and in the determination of the injury degree of the tubers after harvest with different types of equipment.

From the analysis of the potatoes characteristics obtained and processed by different technologies and existing equipment can be detached proposals for selecting the best of them, at which it can be analyzed the points where improvements may be proposed, leading to elimination of the causes of physical degradation of the potato.

MATERIAL ŞI METODĂ

În această lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate pentru stabilirea influenței lucrării de recoltare a cartofului asupra calității acestuia în funcție de tipul echipamentului de recoltare, a stării solului (umiditate, rezistență la penetrare) şi a soiului de cartof recoltat.

Echipamentele de recoltat folosite au acoperit toată gama de utilaje de recoltare a cartofului, de la ma□ini simple de recoltat pana la combine autopropulsate moderne cu un grad de automatizare ridicat.

Pentru determinarea caracteristicilor solurilor s-a utilizat penetrometrul DICKEY-John (fig. 1) de tip static, la care forța de apăsare este creată de operatorul uman, iar rezistența la penetrare a solului este convertită în semnal analog, fiind citită de pe cadranul aparatului în *lbf/inch*^{2} (1 *lbf/inch*^{2}=1/6,895 *kPa*).

Umiditatea solului a fost măsurată cu ajutorul umidometrului portabil capacitiv KKT (fig.2) de tipul PT-1, destinat pentru stabilirea rapidă a conținutului de umiditate a solurilor, direct în câmp.

Măsurătorile au constat în determinarea caracteristicilor solului (umiditate, rezistența la penetrare) atât în zona bilonului cu cartofi (la adâncimea de 20 cm) cât şi între biloane (la suprafață – 10 cm şi în profunzime - 50 cm) şi în determinarea gradului de vătămare al tuberculilor în urma recoltării cu diferite tipuri de echipamente.

Din analiza caracteristicilor cartofilor obținuți şi procesați prin diferite tehnologi şi echipamente existente, se pot detaşa propuneri pentru selectarea celor mai performante dintre acestea, la care se pot analiza în continuare punctele în care se pot propune perfecționări, care să conducă la eliminarea cauzelor de degradare fizică a cartofului.

Fig. 1 - Static penetromenter DICKEY-John /
Penetrometrul static DICKEY - John

Fig. 2 - Capacitive portable humidity analyzer KKT /
Umidometrul caopacitiv KKT

To determine the tubers injury degree, from the bunker of each harvesting equipment have been studied 1000 potatoes, which ware first split in size classes accordingly with STAS (25, 28, 35, 40, 45, 50,

Pentru determinarea gradului de vătămare al tuberculilor, din buncărul fiecărui echipament de recoltare studiat s-au luat 1000 de cartofi, care au fost împărțiți mai întâi pe clase de dimensiuni conform STAS (25, 28, 35,

55, 60, 65, 70,> 70 mm) using a manual calibration device (Fig. 3). For each size class the tubers were checked and divided into three categories: good, lightly injured and injured in depth.

40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, >70 mm) cu ajutorul unui dispozitiv manual de calibrare (fig. 3). Pentru fiecare clasă de dimensiuni s-au verificat tuberculii şi au fost împărțiți în trei categorii: buni, vătămați superficial şi vătămați în profunzime.

Fig. 3 - Manual potato calibration device /
Dispozitiv manual de calibrare a cartofilor

RESULTS

The experimental researches war made in for different locations with five types of potatoes harvesting machines have is fallows:

- In the village Prejmer, the harvesting was performed with a propelled potatoes harvesting machine type THYREGOD made in Denmark in 1975. This type of potatoes harvesting machine works on a single road in aggregate with the tractor U 703 DT. The harvested potatoes were from the ROCLAS variety.
- At the National Research Institute for Potato and Sugar Beet Brasov the harvesting was done with a propelled potatoes harvesting machine Grimme 150-60 manufactured in Germany.

This type of harvesting machine works on two roads in aggregate with the tractor NEW HOLLAND TD 5050. Harvested potatoes were from the CHRISTIAN variety.

- In the village Sântionlunca - Covasna, the potatoes harvesting was done with a self-propelled machine GRIMME SF 150-60 manufactured in 2005, which works on two. The harvested potatoes war from IMPALA variety (for consumption).
- In the village Tinoasa - Covasna, the harvesting was done with a potato harvester Grimme SE 75-30 manufactured in 2008, which works o none road. The machine works in aggregate with the BELARUS 952 tractor.

The variety of potato: IMPALA (grown for seeds).

- In the National Research Institute for Potato and Sugar Beet Brasov was harvested an experimental lot with a potato harvester MRC-2 on two roads in aggregate with L-445 tractor. The variety of potato: DESIREE.

The measurements results of the soil conditions at harvesting and tubers injury degree after the harvesting process were summarized in tables for each location and type of equipment in part as in the fallowing example:

REZULTATE

Cercetările experimentale s-au desfăşurat în patru locații diferite, cu cinci tipuri diferite de echipamente de recoltare a cartofilor după cum urmează:

- În zona comunei Prejmer, s-a executat recoltarea cartofilor cu o combină semipurtată de tip THYREGOD fabricată în Danemarca în anul 1975. Acest tip de combină efectuează recoltarea cartofilor pe un singur rând şi a lucrat în agregat cu tractorul U 703 DT. Cartofii recoltați au fost din soiul ROCLAS.
- În cadrul Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Cartof şi Sfeclă de Zahăr Braşov, s-a realizat recoltarea cartofilor cu o combină semipurtată de tip GRIMME SE 150-60 fabricată în Germania.

Acest tip de combină efectuează recoltarea cartofilor pe două rânduri şi lucrează în agregat cu tractorul NEW HOLLAND TD 5050. Cartofii recoltați au fost din soiul CHRISTIAN.

- În zona comunei Sântionlunca - Covasna, recoltarea cartofilor s-a realizat cu o combină autopropulsată de tip GRIMME SF 150-60 fabricată în anul 2005, care recoltează pe două rânduri. Soiul de cartof recoltat a fost IMPALA (pentru consum).
- În zona comunei Tinoasa - Covasna, recoltarea cartofilor s-a realizat cu o combină semipurtată de tip GRIMME SE 75-30 fabriacată în anul 2008, care recoltează pe un singur rând. Combina lucrează în agregat cu tractorul BELARUS 952.

Soiul cartofului recoltat: IMPALA (cultivat pentru sămânță).

- În cadrul Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Cartof şi Sfeclă de Zahăr Braşov, s-a realizat recoltarea cartofilor cu o maşină de recoltat cartofi pe două rânduri MRC-2 care lucrează în agregat cu tractorul L-445. Soiul de cartof recoltat : DESIREE.

Rezultatele măsurătorilor referitoare la starea solului în momentul recoltării şi la gradul de vătămare al tuberculilor în urma procesului de recoltare au fost sintetizate în tabele pentru fiecare locație şi tip de echipament în parte după cum se prezintă în tabelele de mai jos:

Table 1 / *Tabelul 1*

Soil status in the moment of potatoes harvesting (IMPALA –cultivated for seed) / *Starea solului în momentul recoltării cartofilor (IMPALA -cultivat pentru sămânță)*

Probe place / *Locul probei*	Depth / *Adâncimea*, [cm]	Humidity / *Umiditatea* , %	Penetration resistance / *Rezistența la penetrare*, [MPa]
Billon / *Bilon*	20	29.1 / *29,1*	1.24 / *1,24*
		29.9 / *29,9*	0.99 / *0,99*
		29.1 / *29,1*	0.93 / *0,93*
		27.4 / *27,4*	1.10 / *1,10*
		28.3 / *28,3*	0.96 / *0,96*
Between billions / *Între biloane*	10	29.2 / *29,2*	2.06 / *2,06*
		30.2 / *30,2*	1.72 / *1,72*
		28.5 / *28,5*	1.72 / *1,72*
		27.9 / *27,9*	1.58 / *1,58*
		30	1.79 / *1,79*
	50	34.9 / *34,9*	1.72 / *1,72*
		34	1.37 / *1,37*
		32.3 / *32,3*	1.52 / *1,51*
		34.3 / *34,3*	1.44 / *1,44*
		32.3 / *32,3*	1.58 / *1,58*

Table 2 / *Tabelul 2*

Tubers status after harvesting (IMPALA –cultivated for seed*) / Starea tuberculilor după recoltare (IMPALA -cultivat pentru sămânță)*

Nr. crt.	Dimension class / *Clasa de dimensiune*, mm		Tubers status / *Starea tuberculilor*			Total number of tubers on dimension classes, pieces / *Numărul total de tuberculi pe clase de dimensiuni, bucăți*	Share / *Cota*, %
			Good / *Buni*	Superficial injured / *Vătămați superficial*	Injured in depth / *Vătămați în profun - zime*		
1.	Under STAS / *Sub STAS*	25	0	0	0	0	0
2.		28	0	0	0	0	0
3.	For seeds / Pentru sămânță	35	6	3	0	9	0.9 / *0,9*
4.		40	19	7	0	26	2.6 / *2,6*
5.		45	51	18	2	71	7.1 / *7,1*
6.		50	105	48	3	156	15.6 / *15,6*
7.	For consumption / Pentru consum	55	157	61	4	222	22.2 / *22,2*
8.		60	128	33	3	164	16.4 / *16,4*
9.		65	127	55	5	187	18.7 / *18,7*
10.		70	75	41	1	117	11.7 / *11,7*
11.		> 70	26	22	0	48	4.8 / *4,8*
Total number oftubers, pieces / *Numărul total de tuberculi, bucăți*			694	288	18	1000	
Share / *Cota*, %			69.4 / *69,4*	28.8 / *28,8*	1.8 / *1,8*		

After analyzing the results, ware prepared two tables to represent the tubers status depending on the potato variety (table 3) and the injured tubers status depending on the potatoes variety and class dimensions (table 4).

După analiza □i interpretarea datelor au fost intocmite două tabele în care se prezintă starea tuberculilor în funcție de soiul de cartof (tabelul 3) şi gradul de vătămare al tuberculilor în func□ie de soi şi de clasa de dimensiune (tabelul 4).

Table 3 / *Tabelul 3*

Tubers status depending on the potato variety / *Starea tuberculilor în funcție de soiul cartofului*

Nr. crt.	Potato variety / *Soiul de cartof*	Tubers status / *Starea tuberculilor*, %		
		Good / *Buni*	Superficial injured / *Vătămați superficial*	Injured in depth / *Vătămați în profunzime*
1.	ROCLAS	96.6 / *96,6*	2.9 / *2,9*	5
2.	CHRISTIAN	83.4 / *83,4*	13	3.6 / *3,6*
3.	IMPALA (for consumption / *pentru consum*)	91	7.5 / *7,5*	1.5 / *1,5*
4.	IMPALA (for seed / *pentru sămânță*)	69.4 / *69,4*	28.8 / *28,8*	1.9 / *1,9*
5.	DESIREE	96.2 / *96,2*	1.3 / *1,3*	2.5 / *2,5*

Table 4 / *Tabelul 4*

Injured tubers status depending on the potatoes variety and class dimensions /
Starea de vătămare a tuberculilor în funcție de soiul cartofuljui şi clasa de dimensiune

Nr. crt	Dimension class/ Clasa de dimensiune mm	Injured tubers status / *Starea de vătămare a tuberculilor*, %				
		ROCLAS	CHRISTIAN	IMPALA (for consumption/ pentru consum)	IMPALA (for seed/ pentru sămânță)	DESIREE
1.	25	0	0	0	0	0
2.	28	0.3 / *0,3*	0	0	0	0.1 / *0,1*
3.	35	0.5 / *0,5*	0	0.1 / *0,1*	0.3 / *0,3*	0.3 / *0,3*
4.	40	0.6 / *0,6*	1	0.2 / *0,2*	0.7 / *0,7*	0.6 / *0,6*
5.	45	0.6 / *0,6*	1.8 / *1,8*	0.7 / *0,7*	2	1.3 / *1,3*
6.	50	1.2 / *1,2*	4.7 / *4,7*	0.9 / *0,9*	5.1 / *5,1*	0.8 / *0,8*
7.	55	0.1 / *0,1*	5.1 / *5,1*	3.2 / *3,2*	6.5 / *6,5*	0.3 / *0,3*
8.	60	0.1 / *0,1*	2.2 / *2,2*	1.5 / *1,5*	3.6 / *3,6*	0.3 / *0,3*
9.	65	0	1.3 / *1,3*	1.6 / *1,6*	6	0.1 / *0,1*
10.	70	0	0.4 / *0,4*	0.6 / *0,6*	4.3 / *4,3*	0
11.	> 70	0	0.1 / *0,1*	0.2 / *0,2*	2.2 / *2,2*	0

Tubers depth injuring, from the observation made on spot in the moment of harvesting, is largely due to inadequate adjustment of the potatoes harvesting machine cutters.

CONCLUSIONS

- The most efficient potato harvesting equipment in terms of avoiding damage to tubers is self-propelled harvesting machine, this equipment is more compact and more automated than propelled harvesting machines, allowing immediate adjustment and effective supervision of the harvesting process throughout its route, through cameras and various sensors fitted to this type of equipment.
- In the case of studied propelled harvesting machines it has been registered a greater tubers injury degree because the ends of potatoes rows were harvested by harvesting potatoes machines MSC-1 or MRC-2. The harvesting of the ends rows with the least efficient equipment is usually required to achieve an optimal space for turning and maneuvering the harvesting machine at the ends of row.
- Superficial injuring of the tubers varies from one potato variety to another and even for the same variety of potato, for example, the IMPALA variety grown for seed has a higher degree of injury than same variety for consumption, because the seed potato has a shorter growing season and its skin is more sensitive.
- The potatoes harvesting is good to be made at the optimum humidity for each soil type, for example in soils of Tinoasa (cernozeum medium leachate) area the optimum humidity is about 28.5 ... 29.5% in billons.

For soil in Prejmer (argillaceous) area the moisture of 25% was found to be too high and the optimum moisture at INCDCSZ area is 20 ... 22%.

- The soil penetration resistance presents on big interest in energy consumption at the potatoes harvesting work and less interest for the injury degree of tubers.

Aknowlegement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the project number ID59323.

REFERENCES

[1] Ghimbăşan R.: *Agro-biological Basics of the Agricultural Mechanization*, Transylvania University

Vătămarea în profunzime a tuberculilor, din observațiile făcute la fața locului în momentul recoltării, se datorează în cea mai mare parte reglării necorespunzătoare a brăzdarului combinelor.

CONCLUZII

- Cel mai eficient echipament pentru recoltarea cartofului din punct de vedere al evitării vătămări tuberculilor este combina autopropulsată, acest echipament fiind mai compact şi mult mai automatizat decât combinele semipurtate, permite reglarea imediată şi supravegherea eficientă a procesului de recoltare pe tot parcursul acestuia prin intermediul camerelor de luat vederi şi diferiților senzori care echipează acest tip de utilaj.
- În cazul combinelor semipurtate studiate s-a înregistrat un grad de vătămare mai mare al tuberculilor deoarece la capetele rândurilor tuberculii au fost scoşi cu maşina de scos de scos cartofi MSC-1 sau cu cea de recoltat cartofi MRC-2. Recoltarea capetelor cu aceste echipamente mai puțin performante este de obicei necesară pentru a realiza un spațiu optim pentru întoarcerea şi manevrarea combinei la capetele parcelei.
- Vătămarea superficială a tuberculilor diferă de la un soi de cartof la altul şi chiar pentru acelaşi soi de cartof; de exemplu pentru soiul IMPALA cultivat pentru sămânță gradul de vătămare a fost mai mare deoarece cartoful pentru sămânță are o perioadă de vegetație mai scurtă şi coaja acestuia este mai sensibilă
- Recoltarea cartofilor este bine să se facă la umiditatea optimă pentru fiecare tip de sol, de exemplu pe terenurile din zona Tinoasa (cernoziom mediu levigat) umiditatea optimă este de 28,5…29,5 % în biloane. Pentru terenurile din zona Prejmer (argiloase) umiditatea de 25% a fost prea mare iar în zona INCDCSZ umiditatea optimă este de 20…22%.
- Rezistența la penetrare a solului prezintă un interes deosebint din punct de vedere a consumului energetic la lucrarea de recoltare a tuberculilor şi nu prezintă un interes deosebit în ceea ce priveşte gradul de vătămare al tuberculilor.

Aknowlegement

Această lucrare este finanțată de Programul Operatoinal Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane, finanțat de Fondul Social European şi de Guvernul României sub numărul de proiect ID59323.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ghimbăşan R.: *Bazele agrobiologice ale mecanizării agriculturii*, Editura universității,

Publishing House, Brasov, 1992;
[2] Ion Nan: *Management of potato production*, Phoenix PublishingHhouse, Braşov, 2001;
[3] Paul Vârcan: *Expansion, Production increasing and efficiecy of early consumption potato croop in the steppe zone,* Alma Publishing House, Craiova, 2005;
[4] Sorin Chiru: Potato culture thnology, Editura: Ceres-Bucureşti, 2005;
[5] *Potato for a changing world* Buletinul Conferinței EAPR 6 - 10 iulie 2008, Braşov.

Brasov, 1992;
[2] Ion Nan: *Managementul producerii cartofului*, Editura: Phoenix-Braşov, 2001;
[3] Paul Vârcan: *Extinderea, creşterea producției şi eficientizarea culturii cartofului pentru consum timpuriu în zona de stepă,* Editura Alma-Craiova, 2005;
[4] Sorin Chiru: *Tehnologia culturii cartofului*, Editura: Ceres-Bucureşti, 2005;
[5] *Cartoful pentru o lume în schimbare* Buletinul Conferinței EAPR 6 - 10 iulie 2008, Braşov.

CONSIDERATIONS ON THE OPTIMAL COMBINE ESTABLISHMENT DEPENDING ON SURFACE STRUCTURE
/
CONSIDERAȚII PRIVIND STABILIREA COMBINEI OPTIME, FUNCȚIE DE STRUCTURA DE SUPRAFAȚĂ

Ph.D. Stud. Eng. Chirilă C.[1)], Prof. PhD. Eng. Țenu I.[1)], Ph.D. Eng. Vlăduț V.[2)]
[1)]University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "Ion Ionescu de la Brad" Iasi; [2)]INMA Bucharest
Tel: 0744.351.825; E-mail: ct_chirila@yahoo.com

Abstract: *The results of a management process depend in a large measure of how the established objectives are implemented and applied by the development strategy.of an enterprise. This will be developed so that to prevail the economic criteria, ie following the actions which takes place the costs to be minimal and the profit maximum. To be certain that the strategy gives the maximum results must be follow the following steps: setting the crowd "T" of the technologies which is compared, establishment of the tiebreaker criteria crowd "C" based on which is determined the "T" technology ensuring the maximum efficiency, structuring of tiebreaker criteria in two subsets, development of the utilities matrix $U_{n,m}$, ranking of tiebreaker criteria, utilities matrix u_{ij}, calculation of total utility in exploitation $U^{(i)}_{exp}$ of each technology T_j, elaboration of technologies classment possible to be applied according to the $U^{(i)}_{exp}$ values and taking of the optimal decision.*

Keywords: *combine, criteria, optimal, process, surface*

INTRODUCTION

The management process represents the crowd of conscious actions carried out by the human factor so that the results of the led system permanently coincides with objectives programmed on different stages and the carried out activities to have an as higher profitability under practical given conditions of production and market.

The managerial process takes place after the following steps[1, 3, 4, 5]:

- planning of the activities (strategic and tactical objectives) according with market requirements in different horizons of type;
- execution, respectively the transposition of programs in practical activities;
- coordination of activities and immediate intervention in the structure of the Programme when external conditions change.

Optimization of grain harvest specific works can be achieved only by establishing and choosing the correct combine type with which must work, depending on surface structure currently existing in Romania.

So, from the latest statistical data [2] existing in Romania, the structure of arable farmland (because grain combine harvesters can be used only for harvesting straw cereals and corn which are cultivated on arable land), are as follows:

Rezumat: *Rezultatele unui proces de conducere depind într-o mare măsură de modul în care sunt implementate şi puse în aplicare obiectivele stabilite prin strategia de dezvoltare a unei întreprinderi. Aceasta va fi dezvoltată în aşa fel încât să primeze criteriul economic, adică în urma acțiunilor care se desfăşoară costurile să fie minime şi profitul maxim. Pentru a fi siguri că strategia dă rezultate maxime trebuie urmăriți următorii paşi: stabilirea mulțimii "T" a tehnologiilor care se compară, stabilirea mulțimii criteriilor de departajare "C" pe baza cărora se determină tehnologia "T" care asigură eficiența maximă, structurarea criteriilor de departajare în două submulțimi, elaborarea matricei $U_{n,m}$ a utilităților, ierarhizarea criteriilor de departajare, matricea utilităților u_{ij}, calcularea utilității totale în exploatare $U^{(i)}_{exp}$ a fiecărei tehnologii T_j, întocmirea clasamentului tehnologiilor posibile de aplicat conform cu valorile $U^{(i)}_{exp}$ şi luarea deciziei optime.*

Cuvinte cheie: *combină, criterii, optim, proces, suprafață,*

INTRODUCERE

Procesul de conducere reprezintă mulțimea acțiunilor conştiente întreprinse de factorul uman astfel încât rezultatele sistemului condus să coincidă permanent cu obiectivele programate pe diferite etape iar activitățile desfăşurate să aibă o rentabilitate cât mai ridicată în condiții concrete de producție şi de piață date.

Procesul managerial se desfăşoară după următoarele etape [1, 3, 4, 5]:

- programarea activităților (obiective strategice şi tactice) în concordanță cu cerințele pieței pe diferite orizonturi de tip;
- execuția, respectiv transpunerea programelor în activități practice;
- coordonarea activităților şi intervenția prompta în structura programului când condițiile externe se modifică.

Optimizarea lucrărilor specifice recoltării cerealelor nu se poate realiza decât prin stabilirea şi alegerea corectă a tipului de combină cu care trebuie lucrat, funcție de structura de suprafață existență în momentul de față în România.

Astfel, din ultimele date statistice [2] existente în România, structura suprafețelor agricole arabile (deoarece combinele de recoltat cereale se pot utiliza numai pentru recoltarea cerealelor păioase şi porumbului care se cultivă pe teren arabil), se prezintă astfel:

Table 1 / *Tabelul 1*

Agricultural exploitations, by use category and by size classes of used surfaces /
Exploatațiile agricole, pe categorii de folosință şi pe clase de mărime a suprafețelor utilizate [2]

Agricultural area size classes [ha] / *Clase de mărime a suprafetei agricole [ha]*	**Arable land [no. of exploitations] / *Teren arabil [nr. de exploatații]***	**Familial gardens [no. of exploitations] / *Gradini familiale [nr. de exploatații]***
TOTAL	**3,158,890 / *3.158.890***	**2,687,519 / *2.687.519***
under 0.1 / *sub 0,1*	30,030 / *30.030*	249,537 / *249.537*
0.1÷0.3 / *0,1÷0,3*	266,117 / *266.117*	385,685 / *385.685*
0.3÷0.5 / *0,3÷0,5*	241,623 / *241.623*	180,734 / *180.734*

0.5÷1 / *0.5÷1*	560,228 / *560.228*	394,502 / *394.502*
1÷2	746,430 / *746.430*	529,406 / *529.406*
2÷5	929,273 / *929.273*	673,049 / *673.049*
5÷10	290,949 / *290.949*	211,030 / *211.030*
10÷20	67,299 / *67.299*	49,087 / *49.087*
20÷30	9,167 / *9.167*	6,418 / *6.418*
30÷50	6,187 / *6.187*	4,284 / *4.284*
50÷100	4,295 / *4.295*	2,330 / *2.330*
over 100 / *peste 100*	7,292 / *7.292*	1,457 / *1.457*

Pursuing the data in Table 1 are noticed:

- agricultural areas as familial gardens can not be taken into account because they do not represent arable land and therefore can not be cultivated with cereals;
- zonelor agricole cuprinse între: under 0.1 ha and 0.3÷0.5 ha, also can not be taken into account because on these can not realise an agriculture which permit a normal mechanization of working processes (is not justified), even less of harvesting process of cereals with the combine;
- as presented in the table, suggestively by colors: red - for inadequate of harvesting process with the combine and green - suitable for harvesting with combine (pale green at first for small areas, green becoming stronger with the increase of surface size), harvesting with combine can be done starting from the group of areas between 0.5÷1 ha, up to 2÷5 ha, but not having a high productivity because today are no longer produce self-propelled combines with powers less than 120 hp, their capacity being oversized for the harvesting from surfaces ranging from: 0.5÷2 ha; for these areas is recommended trailed combines with working widths ranging from: 2÷3 m;
- mechanization of agricultural processes can be done for agricultural surfaces starting from 2 ÷ 5 ha (at the limit) up to large agricultural exploitations of over 100 ha reaching to 50,000 ha and even more.

Taking into account the power and working capacity of grain harvesting combines currently produced on the market by the world's leading manufacturers: JOHN DEERE, CNH group (CASE & NEW HOLLAND), AGCO group (Laverda, Massey Ferguson, Fendt), CLAAS, SAME DEUTZ-FAHR Group (Deutz-Fahr and DON ROQUE), SAMPO, these can be divided into four main categories:

- small capacity combines: <120 HP;
- medium capacity combines: 121 ÷ 225 HP;
- high capacity combines: 226 ÷ 350 HP;
- very high capacity combines: > 350 HP.

Urmărind datele din tabelul 1 se remarcă:

- suprafețele agricole sub formă de *grădini familiale* nu se pot lua în calcul întrucât ele nu reprezintă teren arabil şi deci nu se pot cultiva cu cereale;
- suprafețele agricole cuprinse între: *sub 0,1 ha* şi *0,3÷0,5 ha*, de asemenea nu se pot lua în calcul întrucât pe acestea nu se poate realiza o agricultură care să permită o mecanizare normală a proceselor de lucru (nu se justifică), cu atât mai puțin a procesului de recoltare a cerealelor cu combina;
- aşa cum se prezintă şi în tabel, sugestiv prin culori: roşu – pentru inadecvat procesului de recoltare cu combina şi verde – pretabil pentru recoltarea cu combina (verde pal, la început pentru suprafețe mici, culoarea verde devenind mai puternică odată cu creşterea mărimii suprafețelor), recoltarea cu combina se poate realiza începând de la grupa de suprafețe cuprinse între *0,5÷1 ha*, până la *2÷5 ha*, însă neavând o productivitate ridicată deoarece în ziua de astăzi nu se mai produc combine autopropulsate cu puteri mai mici de 120 CP, capacitatea acestora fiind supradimensionată pentru recoltarea de pe suprafețe cuprinse între: 0,5÷2 ha; pentru aceste suprafețe se recomandă utilizarea combinelor tractate, cu lățimi de lucru cuprinse între: 2÷3 m;
- mecanizarea proceselor agricole se poate realiza pentru suprafețe agricole începând de la 2÷5 ha (la limită) până la marile exploatații agricole de peste 100 ha care ajung la 50.000 ha şi chiar mai mult.

Ținând cont de puterea şi capacitatea de lucru a combinelor de recoltat cereale produse în momentul de față pe piață de cei mai importanți producători mondiali: JOHN DEERE, grupul CNH (CASE & NEW HOLLAND), grupul AGCO (Laverda, Massey Ferguson, Fendt), CLAAS, grupul SAME DEUTZ-FAHR (Deutz-Fahr şi DON ROQUE), SAMPO, acestea se pot clasifica în 4 mari categorii:

- combine de capacități mici: < 120 CP;
- combine de capacități medii: 121÷225 CP;
- combine de capacități mari: 226÷350 CP;
- combine de capacități foarte mari: > 350 CP.

Table 2 / *Tabel 2*

Agricultural exploitations, by use category and size classes of surfaces used, which are suitable to mechanization of agricultural processes (including harvesting of cereals) /
Exploatațiile agricole, pe categorii de folosință şi clase de mărime a suprafețelor utilizate, pentru care se pretează mecanizarea proceselor agricole (inclusiv recoltarea cerealelor) [2]

Agricultural area size classes [ha] / *Clase de mărime a suprafetei agricole* [ha]	**Arable land [no. of exploitations] / *Teren arabil [nr. de exploatații]***
0.5÷1 / *0,5÷1*[*)]	560,228 / *560.228*
1÷2[*)]	746,430 / *746.430*
2÷5	929,273 / *929.273*
5÷10	290,949 / *290.949*
10÷20	67,299 / *67.299*
20÷30	9,167 / *9.167*
30÷50	6,187 / *6.187*
50÷100	4,295 / *4.295*
over 100 / *peste 100*	7,292 / *7.292*

[*)] suitable for harvest with arrays combine / pretabile pentru recoltarea cu combine tractate

MATERIAL AND METHOD

In determining the strategy to be adopted the economic criteria comes first, the manager being directly interested in the knowledge and adoption of practical directions that ensures the reduction of unitary costs in order to obtain a maximum net profit.

In this respect he aims to rationally use the available production capital (equipment, personnel employed, money funds, etc.) in the conditions that the knowledge of production expenses structure and dynamics of costs by obtaining the maximum output respectively of a as high gross profit.

In this paper it was intended choice of a variant of combine which would give the best economic results, in the same conditions and operating regime, using the total utilities in exploitation. For it must be follow the following steps [6]:

1. It establishes the crowd "T" of the technologies that compare:

$$T = \{T_j / j \in (I, 2,3,4,5,6,7)\} \quad (1)$$

In order to establish the optimal harvester a study case was done where it was chosen a number of 7 combines, all being part of medium capacity combine harvesters class, namely:

- C 140 - T_1;
- Laverda 3790 - T_2;
- Clas Dominator 98 Maxi - T_3;
- John Deere 1174 SII - T_4;
- Massey Fergtison MF 30 - T_5;
- Deutz-Fahr M 4060 - T_6;
- New Holland TC 56 - T_7.

2. It establishes the tiebreaker criteria crowd "C" based on which it is determined the technology T * (the harvester) ensuring the maximum efficiency:

$$C = \{C_i / i \in (1, 2, ..., 11)\} \quad (2)$$

It will take into account that the number of criteria to be as small but with great informational energy and which define fully the utility of the studied variants and will eliminate the criteria having the same value in all variants.

The tiebreaker criteria are:

- supplying flow corresponding to the total losses up to 2.5% - C_1;
- working width (m) - C_2;
- beater width (mm) - C_3;
- shaking surface (m^2) - C_4;
- cleaning surface (m_2) - C_5;
- bunker volume (l) - C_6;
- air-conditioned cabin - C_7;
- cost ($) - C_8;
- engine power (HP) - C_9;
- mass (without header) (kg) - C_{10};
- fuel consumption (l/t) - C_{11}.

3. Structuring of the tiebreaker criteria into two subsets:

- C_M - criteria of maximum which value is meant to be the largest possible (production, profit, etc.);
- C_m - criteria of minimum, whose value is meant to be as small as possible (energy consumptions, time, expenses, etc.).

where:

C_M - criteria of maximum are: C_1; C_2; C_3; C_4; C_5; C_6; C_7;

C_m - criteria of minimum are: C_8, C_9, C_{10}, C_{11}.

MATERIAL ŞI METODĂ

În stabilirea strategiei care urmează a fi adoptată criteriul economic primează, managerul fiind direct interesat în cunoaşterea şi adoptarea direcțiilor practice de acțiune care asigură reducerea costurilor unitare pentru a obține un profit net maxim.

În acest sens el urmăreşte sa-şi utilizeze rațional capitalul de producție de care dispune (utilaje, personal salariat, fonduri băneşti, etc.), în condițiile în care cunoaşterea structurii cheltuielilor de producție şi dinamica costurilor, prin obținerea de producții maxime respectiv a unui profit brut cât mai mare.

În această lucrare s-a urmărit alegerea unei variante de combină care să dea rezultatele economice cele mai bune, în aceleaşi condiții şi regim de funcționare, utilizând utilitățile totale în exploatare. Pentru aceasta trebuie urmăriți următorii paşi [6]:

1. Se stabileşte mulțimea "T" a tehnologiilor care se compară:

Pentru stabilirea combinei optime s-a realizat un studiu de caz unde a fost ales un număr de 7 combine, toate făcând parte din clasa de combine de capacitate medie şi anume:

- C 140 - T_1;
- Laverda 3790 - T_2;
- Clas Dominator 98 Maxi - T_3;
- John Deere 1174 SII - T_4;
- Massey Fergtison MF 30 - T_5;
- Deutz-Fahr M 4060 - T_6;
- New Holland TC 56 - T_7.

2. Se stabileşte mulțimea criteriilor de departajare "C" pe baza cărora se determină tehnologia T* (combina) care asigură eficiența maximă:

Se va ține seama ca numărul de criterii să fie cât mai restrâns dar cu energie informațională mare şi care să definească integral utilitatea variantelor studiate şi se vor elimina criteriile care au aceeaşi valoare în toate variantele.

Criteriile de departajare sunt:

- debitul de alimentare corespunzător unor pierderi totale de până la 2,5% - C_1;
- lățime de lucru (m) - C_2;
- lățime bătător (mm) - C_3;
- suprafața scuturare (m^2) - C_4;
- suprafața curățire (m_2) - C_5;
- volum buncăr (l) - C_6;
- cabină climatizată - C_7;
- cost ($) - C_8;
- putere motor (CP) - C_9;
- masa (fără heder) (kg) - C_{10};
- consum combustibil (l/t) - C_{11}.

3. Structurarea criteriilor de departajare în două submulțimi:

- C_M - criterii de maxim, a căror valoare se doreşte să fie cât mai mare (producție, profit, etc.);
- C_m - criterii de minim, a căror valoare se doreşte să fie cât mai mică (consumuri de energie, de timp, cheltuieli, etc).

unde:

C_M - criteriile de maxim sunt: C_1; C_2; C_3; C_4; C_5; C_6; C_7;

C_m - criteriile de minim sunt: C_8, C_9, C_{10}, C_{11}.

Table 3 / *Tabelul 3*

Values of the characteristics / *Valorile caracteristicilor*

	C140	Laverda	Class D 98	John Deere	Masey Ferguson	Deutz-Fahr	TC 56
Q	7.3 / *7,3*	8.8 / *8,8*	8.8 / *8,8*	6.0 / *6,0*	7.5 / *7,5*	7.0 / *7,0*	7.5 / *7,5*
L	5.4 / *5,4*	5.4 / *5,4*	5.1 / *5,1*	4.85 / *4,85*	4.95 / *4,95*	5.1 / *5,1*	5.2 / *5,2*
I	1350	1350	1320	1300	1400	1270	1300
S_s	6.0 / *6,0*	6.09 / *6,09*	5.8 / *5,8*	4.85 / *4,85*	5.4 / *5,4*	7.3 / *7,3*	5.18 / *5,18*
S_c	4.62 / *4,62*	4.56 / *4,56*	4.25 / *4,25*	4.45 / *4,45*	3.7 / *3,7*	6.35 / *6,35*	4.13 / *4,13*
V_b	6000	6000	6200	4800	5200	4800	4830
Cab_{clim}	Nu	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Cost	60,000 / *60.000*	180,000 / *180.000*	200,000 / *200.000*	163,000 / *163.000*	185,000 / *185.000*	121,000 / *121.000*	125,000 / *125.000*
Power/ *Putere*	150	175	160	150	150	170	155
Mass/ *Masa*	8200	8100	9050	8050	9100	8400	8520
C_c	2.6 / *2,6*	165	1.5 / *1,5*	1.4 / *1,4*	1.6 / *1,6*	1.7 / *1,7*	1.42 / *1,42*

RESULTS

4. Elaboration of matrix $U_{n,m}$ of utilities

- for i = {1, ..., 7} is obtained:

REZULTATE

4. Elaborarea matricei $U_{n,m}$ a utilităților

- pentru i = {1, ..., 7} se obține:

$$u_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{pentru combina } j \text{ cu } v_{ij} \max im; \\ \dfrac{v_{ij} - \min\limits_j v_{ij}}{\max\limits_j v_{ij} - \min\limits_j v_{ij}}, & \text{pentru } \min\limits_j v_{ij} < v_{ij} < \max\limits_j v_{ij}; \\ 0, & \text{pentru combina } j \text{ cu } v_{ij} \min im. \end{cases} \quad (3)$$

for i = {8, ..., 11} is obtained:

- pentru i = {8, ..., 11} se obține:

$$u_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{pentru combina } j \text{ cu } v_{ij} \max im; \\ \dfrac{\min\limits_j v_{ij} - v_{ij}}{\max\limits_j v_{ij} - \min\limits_j v_{ij}}, & \text{pentru } \min\limits_j v_{ij} < v_{ij} < \max\limits_j v_{ij}; \\ 0, & \text{pentru combina } j \text{ cu } v_{ij} \min im. \end{cases} \quad (4)$$

Table 4 / *Tabelul 4*

The matrix of utility / *Matricea utilităților*

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
C_1	0.46 / *0,46*	1	1	0	0. 54 / *0, 54*	0.36 / *0,36*	0. 54 / *0, 54*
C_2	1	1	0.45 / *0,45*	0	0.18 / *0,18*	0.45 / *0,45*	0.63 / *0,63*
C_3	0.62 / *0,62*	0.62 / *0,62*	0.38 / *0,38*	0.23 / *0,23*	1	0	0.23 / *0,23*
C_4	0.47 / *0,47*	0.51 / *0,51*	0.39 / *0,39*	0	0.22 / *0,22*	1	0.13 / *0,13*
C_5	0.35 / *0,35*	0.32 / *0,32*	0.21 / *0,21*	0.28 / *0,28*	0	1	0.16 / *0,16*
C_6	0.86 / *0,86*	0.86 / *0,86*	1	1	0.29 / *0,29*	0	0.02 / *0,02*
C_7	0	1	1	0.26 / *0,26*	1	1	1
C_8	1	0.14 / *0,14*	0	1	0.11 / *0,11*	0. 56 / *0, 56*	0. 54 / *0, 54*
C_9	1	0	0.6 / *,.6*	1	1	0.2 / *0,2*	0.8 / *0,8*
C_{10}	0.86 / *0,86*	0.95 / *0,95*	0.05 / *0,05*	1	0	0.67 / *0,67*	0. 55 / *0, 55*
C_{11}	0	0.79 / *0,79*	0.92 / *0,92*	1	0.83 / *0,83*	0.75 / *0,75*	0.98 / *0,98*

5. Is made prioritization of tiebreaker criteria

Subjective choice, by decision maker preference, according to their importance in exploitation, namely: very important (>>),important (>) and of lesser importance (=),giving marks $a_{lk} \in \{0, 1, 2, 4\}$ as follows:

- if $C_1 >> C_k \Rightarrow a_{1k} = 4; a_{k1} = 0.$
- if $C_1 > C_k \Rightarrow a_{1k} = 2; a_{k1} = 0.$
- if $C_1 \cong C_k \Rightarrow a_{1k} = 1; a_{k1} = 1.$

The results are written in a matrix $A_{n,n}$ with the lines *1* and the columns *k* of coefficients of importance a_{lk} thus determined.

Criteria in order of importance are:

5. Se face ierarhizarea criteriilor de departajare

Alegere subiectivă, după preferința decidentului, conform cu importanța lor în exploatare şi anume: foarte importante (>>), importante (>) şi de mai mică importanță (=), acordându-se note $a_{lk} \in \{0, 1, 2, 4\}$ astfel:

- dacă $C_1 >> C_k \Rightarrow a_{1k} = 4; a_{k1} = 0.$
- dacă $C_1 > C_k \Rightarrow a_{1k} = 2; a_{k1} = 0.$
- dacă $C_1 \cong C_k \Rightarrow a_{1k} = 1; a_{k1} = 1.$

Rezultatele se trec într-o matrice $A_{n,n}$ cu liniile *1* şi coloanele *k*, a coeficienților de importanță a_{lk} determinați astfel.

În ordinea importanței criteriile sunt:

$$C_1 \cong C_8 > C_6 \cong C_7 \cong C_9 \cong C_{10} \cong C_{11} > C_2 \cong C_3 \cong C_4 \cong C_5 \quad (5)$$

6. The matrix utility U_{ij}

6. Matricea utilităților U_{ij}

$$\gamma_{ij} = \frac{\sum_k a_{1k}}{\sum_1 \sum_k a_{1k}}; \quad 0 < \gamma_i < 1 \quad \text{şi} \quad \sum_i \gamma_i = 1. \quad (6)$$

a_{ik} = 126

where:

a_{1k} = 27; a_{2k} = 3; a_{3k} = 3; a_{4k} = 3; a_{5k} = 3; a_{6k} = 12; a_{7k} = 12; a_{8k} = 27; a_{9k} = 12; a_{10k} = 12; a_{11k} = 12.

unde:

a_{1k} = 27; a_{2k} = 3; a_{3k} = 3; a_{4k} = 3; a_{5k} = 3; a_{6k} = 12; a_{7k} = 12; a_{8k} = 27; a_{9k} = 12; a_{10k} = 12; a_{11k} = 12.

$$\gamma_1 = \frac{27}{126} = 0{,}21428; \quad \gamma_2 = \frac{3}{126} = 0{,}02381; \quad \gamma_3 = \frac{3}{126} = 0{,}02381;$$

$$\gamma_4 = \frac{3}{126} = 0{,}02381; \quad \gamma_5 = \frac{3}{126} = 0{,}02381; \quad \gamma_6 = \frac{12}{126} = 0{,}09523; \quad (7)$$

$$\gamma_7 = \frac{12}{126} = 0{,}09523; \quad \gamma_8 = \frac{27}{126} = 0{,}21428; \quad \gamma_9 = \frac{12}{126} = 0{,}09523;$$

$$\gamma_{10} = \frac{12}{126} = 0{,}09523; \quad \gamma_{11} = \frac{12}{126} = 0{,}09523;$$

Table 5 / *Tabelul 5*

The matrix of importance coefficients and of weighting of the tiebreaker criteria / *Matricea coeficienților de importanță şi a ponderilor criteriilor de departajare*

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	a_{ik}	γ_i
C_1		4	4	4	4	2	2	1	2	2	2	27	0.21428 / *0,21428*
C_2	0		1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0.02381 / *0,02381*
C_3	0	1		1	1	0	0	0	0	0	0	3	0.02381 / *0,02381*
C_4	0	1	1		1	0	0	0	0	0	0	3	0.02381 / *0,02381*
C_5	0	1	1	1		0	0	0	0	0	0	3	0.02381 / *0,02381*
C_6	0	2	2	2	2		1	0	1	1	1	12	0.09523 / *0,09523*
C_7	0	2	2	2	2	1		0	1	1	1	12	0.09523 / *0,09523*
C_8	1	4	4	4	4	2	2		2	2	2	27	0.21428 / *0,21428*
C_9	0	2	2	2	2	1	1	0		1	1	12	0.09523 / *0,09523*
C_{10}	0	2	2	2	2	1	1	0	1		1	12	0.09523 / *0,09523*
C_{11}	0	2	2	2	2	1	1	0	1	1		12	0.09523 / *0,09523*
												126	

7. Is calculated the total utility in exploitation $U^{(i)}_{exp}$ of each technology (harvester)T_j with the relation:

7. Se calculează utilitatea totală în exploatare $U^{(i)}_{exp}$ a fiecărei tehnologii (combine) T_j cu relația:

$$U^{(i)}_{\text{exp}} = \sum_{i=1}^{n} u_{ij} \cdot \gamma_i \quad (8)$$

U_1 = 0,46·0,21428 + 1·0,02381 + 0,62·0,02381 + 0,47·0,02381 + 0,35·0,02381 + 0,86·0,09523 + 0 + 1·0,21428 + 0,86·0,09523 + 0 = **0,6299708.**

U_2 = 0,89·0,21428 + 1·0,02381 + 0,62·0,02381 + 0,51·0,02381 + 0,32·0,02381 + 0,86·0,09523 + 1·0,09523 + 0,14·0,21428 + 0 + 0,95·0,09523 + 0,79·0,09523 = **0,6454408**.

U_3 = 1·0,21428 + 0,45·0,02381 + 0,38·0,02381 + 0,35·0,02381 + 0,21·0,02381 + 1·0,09523 + 1·0,09523 + 0 + 0,6·0,09523 + 0,05·0,09523 + 0,92·0,09523 = **0,587347**.

U_4 = 0 + 0 + 0,23·0,02381 + 0 + 0,28·0,02381 + 0 + 0,86·0,09523 + 1·0,09523 + 0,26·0,21428 + 1·0,09523 + 1·0,09523 + 1·0,09523 = **0,5306737.**

U_5 = 0,54·0,21428 + 0,18·0,02381 + 1·0,02381 + 0,22·0,02381 + 0 + 0,29·0,09523 + 1·0,09523 + 0,11·0,21428 + 1·0,09523 + 0 + 0,83·0,09523 = **0,4697336**.

U_6 = 0,36·0,21428 + 0,45·0,02381 +0 + 1·0,02381 + 1·0,02381 + 0 + 1·0,09523 + 0,56·0,21428 + 0,2·0,09523 + 0,67·0,09523 + 0,75·0,09523 = **0,5049747.**

U_7 = 0,54·0,21428 + 0,63·0,02381 + 0,23·0,02381 + 0,13·0,02381 + 0,16·0,02381 + 0,02·0,09523 + 1·0,09523 + 0,54·0,21428 + 0,8·0,09523 + 0,55·0,09523 + 0,98·0,09523 = **0,5778244**.

8. Is drawn up the classification of possible technologies to be applied according to the values $U^{(i)}_{exp}$

8. Se întocmeşte clasamentul tehnologiilor posibile de aplicat conform cu valorile $U^{(i)}_{exp}$

$$[max\ U_{exp}, ..., U^{(i)}_{exp}, ..., min\ U_{exp}] \quad (9)$$

Depending on the scoring, results the following ranking:

În funcție de punctaj rezultă următorul clasament:

U_2 = 0.6454408 / *0,6454408*
U_1 = 0.6299708 / 0,6299708
U_3 = 0.587347 / *0,587347*
U_7 = 0,5778244 / *0,5778244*
U_4 = 0.530673 / *0,530673*
U_6 = 0.5049747 / *0,5049747*
U_5 = 0.4697336 / *0,4697336*

$[U_2, U_1, U_3, U_7, U_4, U_6, U_5]$ (10)

9. The optimal decision will be:

9. Decizia optimă va fi:

$$D^{opt} \Rightarrow \max_i \sum_i \gamma_i \cdot u_{ij} = \max_i U_i \quad (11)$$

D^{opt} ⇒ the combine *Laverda 3790.*

D^{opt} ⇒ combina *Laverda 3790.*

CONCLUSIONS

The choice of an optimal combine, depending on the surface structure must mandatory take into account:

- agricultural area that is available (which will be cultivated with cereals);
- The capacity of the combine (which is chosen depending on surface);
- the combine characteristics: power, working width, width / beater diameter, shaking surface, cleaning surface, bunker volume, weight, price, fuel consumption, degree of automation, etc..

Having this data and characteristics, the combine can be identified using matrix utilities, with the best quality / efficiency report from the crowd of currently available models on the market.

CONCLUZII

Alegerea unei combine optime, funcție de structura de suprafață trebuie obligatoriu să țină cont de:

- suprafața agricolă de care se dispune (ce va fi cultivată cu cereale);
- capacitatea combinei (care se alege funcție de suprafață);
- caracteristicile combinei: putere, lățime de lucru, lățime / diametru bătător, suprafața scuturare, suprafața curățire, volum buncăr, masa, preț, consum combustibil, grad de automatizare, etc.

Având aceste date şi caracteristici, utilizând matricea utilităților se poate identifica combina, cu cel mai bun raport calitate / eficiență din mulțimea modelelor existente la momentul actual pe piață.

REFERENCES

[1]. Anderson R.D., Sweeney J.D., Williams A.T. (2004) - *An introduction to management science: Quantitative approaches to decision making*, South Western Educational Publishing, ISBN: 0324202318; ISBN-13: 9780324202311;
[2]. Romanian Statistical Yearbook (2010) - *Chapter 14, Agriculture*, National Institute of Statistics, ISSN 1220-3246;
[3]. Dobrescu C. (1981) - *Optimization the parameters of agricultural aggregates in order to reduce consumptions*, Center for didactic material and agricultural propaganda, Bucharest;
[4]. Iaciu Gh. (2003) - *Research on the establishment of optimal mechanization systems for agricultural farms depending on their size and specific*, Ph.D. Thesis, UP Bucharest;
[5]. Segărceanu M., a.o. (1978) - *Studies and research on the correlation between functional and constructive parameters of the main working bodies of grain harvester C-14*, Report UPB, Bucharest;
[6]. Vlăduț V. (1999) - *Technical and economical comparison between the combine harvesters existing in Romania in terms of total utility in exploitation*, UPB - Master's thesis, Bucharest.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Anderson R.D., Sweeney J.D., Williams A.T. (2004) - *An introduction to management science: Quantitative approaches to decision making*, South Western Educational Publishing, ISBN: 0324202318; ISBN-13: 9780324202311;
[2]. Anuarul Statistic al României (2010) - *Capitolul 14, Agricultură*, Institutul Național de Statistică, ISSN 1220-3246;
[3]. Dobrescu C. (1981) - *Optimizarea parametrilor agregatelor agricole în scopul reducerii consumurilor*, Centrul de material didactic şi propagandă agricolă, Bucureşti;
[4]. Iaciu Gh. (2003) - *Cercetări privind stabilirea unor sisteme de mecanizare optime pentru fermele agricole în funcție de mărimea şi specificul acestora,* Teză doctorat, U.P. Bucureşti;
[5]. Segărceanu M., ş.a (1978) - *Studii şi cercetări privind corelația dintre parametrii constructivi şi funcționali ai principalelor organe de lucru ale combinei de recoltat cereale C-14*, Raport U.P.B., Bucureşti;
[6]. Vlăduț V. (1999) - *Comparație tehnico-economică între combinele existente în România prin prisma utilității totale în exploatare*, U.P.B. - Lucrare de disertație, Bucureşti.

RELEVANT RHEOLOGICAL PROPERTIES OF BREAD DOUGH IN SMALL AMPLITUDE OSCILLATORY DYNAMIC TESTS (SAOS)
/
PROPRIETĂȚILE REOLOGICE RELEVANTE ALE ALUATULUI DE PÂINE ÎN TESTE DINAMICE OSCILATORII DE JOASĂ AMPLITUDINE

Prof. Ph.D. eng. Voicu Gh., Ph.D. Stud. Eng. Constantin Gh., Ph.D. Stud. Eng. Ştefan E.M.
- „Politehnica" University of Bucharest -
Tel: 021-4029676; E-mail: ghvoicu_2005@yahoo.com

Abstract. *Bread dough of wheat flour is considered a nenewtonian fluid with complex rheological characteristics, which manifests itself very differently in the process of kneading and baking on the technological bakery flow. Its rheological characteristics must be determined before the start of kneading process in order to provide adequate informations to the workers on the flow, in order to choose and establish appropriate working regimes adopted for each machine individually. Determining of these characteristics can be achieved at present with a number of performant equipment, with data acquisition and processing on the computer, which equips most laboratories of high capacity bread plants. The paper presents results of laboratory tests performed with a rheometer with plate-plate geometry on a bread dough and variation of rheological parameters of its (viscosity, shearing moduluss G' and G", torque, damping factor) with angular frequency applied to the rheometer upper plate geometry.*

Keywords: bread dough, rheological properties, shear modulus, storage factor, torque, viscosity, wheat flour.

INTRODUCTION

In the specialezed literature, the study of flow and strain in time of the materials under the influence of some external forces applied to them is attributed to rheology. The flow consists of continuous and irreversible development of the strain (strain) of a body under the action of some forces with known values. At solids, the phenomenon is called plastic flow, while at the liquids is called viscous flow. This means that the rheology aims the thorough knowledge of reaction or response of materials to the action of some external forces by studying the strain and flow of materials at phenomenological level. In this context, the materials are considered continuous mediums and not take into account either the anisotropic crystalline structure nor the discrete structure of the material. It is considered therefore that any real body has at the same time both elastic properties as well as viscous or plastic properties, and bodies are distinguished between them only insofar as these properties are manifested in their behavior [4,7].

Viscoelasticity is studied using dynamic mechanical analysis in which an oscillating force (stress) is applied to a material and the resulting displacement (strain) is the measured value [5].

At the purely elastic materials, the stress and the strain occur in phase, so the answer of one appears simultaneously with the other. At the pure viscous materials, there is a phase difference between stress and strain, in which the strain is delayed to the stress by an angle of 90 degrees ($\pi/2$ radians) phase gap [1,3,8].

Viscoelastic materials exhibit a behavior between that of purely viscous and purely elastic materials, with a

Rezumat. *Aluatul de pâine din făină de grâu este considerat un fluid nenewtonian cu caracteristici reologice complexe, care se manifestă foarte diferit în procesul de frământare şi prelucrare pe fluxul tehnologic de panificație. Caracteristicile sale reologice trebuie sa fie determinate înainte de începutul procesului de frământare pentru a se putea furniza informații corespunzătoare lucrătorilor de pe flux, în vederea alegerii şi stabilirii corespunzătoare a regimurilor de lucru adoptate pentru fiecare utilaj în parte. Determinarea acestor caracteristici se poate realiza, în prezent, cu o serie de aparate performante, cu achiziție de date şi prelucrare pe calculator, care dotează majoritatea laboratoarelor fabricilor de pâine de capacități mari. În lucrare se prezintă rezultatele unor teste de laborator efectuate cu un reometru cu geometrie placă-placă asupra unui aluat de pâine şi variația parametrilor reologici ai acestuia (vâscozitate, modulele de forfecare G' şi G", moment de torsiune, factor de amortizare) cu frecvența unghiulară aplicată plăcii superioare a geometriei reometrului.*

Cuvinte cheie: *aluat de pâine, factor de înmagazinare, făină de grâu, modulul de forfecare, moment de torsiune, proprietăți reologice, vâscozitate.*

INTRODUCERE

În literatura de specialitate, studiul curgerii şi al deformației în timp a materialelor sub acțiunea unor forțe exterioare aplicate acestora este atribuit reologiei. Curgerea constă în dezvoltarea continuă şi ireversibilă a deformării unui corp sub acțiunea unor forțe de valori cunoscute. La solide, fenomenul se numeşte curgere plastică, în timp ce la lichide este numit curgere vâscoasă. Aceasta înseamnă că reologia vizează cunoaşterea aprofundată a reacției sau a răspunsului materialelor la acțiunea unor forțe externe, studiind deformația şi curgerea materialelor la nivel fenomenologic. În acest context, materialele sunt considerate medii continue şi nu se ține seama nici de structura cristalină anizotropă, nici de structura discretă a materialului. Se consideră, deci, că orice corp real are în acelaşi timp atât proprietăți elastice, cât şi proprietăți vâscoase sau plastice, iar corpurile se deosebesc între ele numai prin măsura în care se manifestă aceste proprietăți în comportarea lor [4,7].

Vâscoelasticitatea este studiată folosind analiza mecanică dinamică în care o forță (tensiune) oscilatorie este aplicată unui material, iar deplasarea (deformația) rezultată este mărimea măsurată [5].

La materialele pur elastice, tensiunea şi deformația apar în fază, astfel încât răspunsul unuia apare simultan cu celălalt. La materialele pur vâscoase, există o diferență de fază între tensiune şi deformație, în care deformația este întârziată față de tensiune printr-un unghi de 90 de grade ($\pi/2$ radiani), decalaj de fază [1,3,8].

Materiale vâscoelastice manifestă o comportare între cea a materialelor pur vâscoase şi pur elastice,

phase gap different in strain.

For accurate characterization from the rheological point of view of a material it is necessary to measure a field of properties, because the product may be subjected to different stress conditions in very short periods of time.

In general, the complex flow of a fluid is studied in simple flow fields in order to determine the properties (functions) of it, such as viscosity, normal stress coefficients or dynamic moduluss. These functions of materials are used in their turn to select the most appropriate mathematical models to describe the rheology of these fluids (so-called constitutive equations) that allow prediction of the type of flow in the case of complex geometries [8].

In work [6], were performed oscillatory tests on the dough of flour of different origins, tracing the graphics of storage and loss moduluss, G' and G'' and of dynamic viscosity, η', as frequency functions, taken in the linear viscoelastic region (0,1% strain amplitude). It was found that the storage modulus of standard dough from soft flours is higher than the standard dough of hard flours, while the storage modulus of soft dough with absorption capacity of 66% overlaps with that of the hard dough. In addition, the loss moduluss (and therefore dynamic viscosity) of weak and strong flours are almost identical. In the field of low frequency where the dough is almost at rest or slightly excited, the phase gap, d = $\tan^{-1}$ (G''/G') is of the order of 25°that is quite elastic [4,5,6].

There are two main types of analyzers in use today: forced resonance analyzers and analyzers for free resonance. The free resonance analyzers measure the damping of free oscillations of the sample tested by suspension and oscillation. Forced resonance analyzers are the most frequent types of analyzers, at which the sample oscillates at a specific frequency. Most often, to characterize the rheological properties of different materials are used the rheometers. The active parts of a rheometer are the parts comming into contact with the material on which testing is carried out. These geometries can be of the type: plate - plate, cone - plate, cone - cone or coaxial cylinders (Fig. 1) [8].

prezentând un decalaj de fază diferit în deformație.

Pentru caracterizarea cât mai corectă din punct de vedere reologic a unui material este necesară măsurarea unui domeniu de proprietăți, deoarece produsul poate fi supus unor condiții diferite de solicitare, în perioade foarte scurte de timp.

În general, curgerea complexă a unui fluid se studiază pe domenii simple de curgere cu scopul de a determina proprietățile (funcțiile) acestuia, cum sunt: vâscozitatea, coeficienții tensiunilor normale sau modulele dinamice. Aceste funcții de material sunt utilizate, la rândul lor, pentru a selecta cele mai potrivite modele matematice pentru descrierea reologiei acestor fluide (aşa numitele ecuații constitutive) care permit prezicerea tipului de curgere în cazul geometriilor complexe [8].

În lucrarea [6], au fost efectuate teste oscilatorii asupra aluaturilor din făinuri de diferite origini, trasându-se graficele modulelor de depozitare şi pierdere, G' şi G" şi vâscozității dinamice, η', ca funcții de frecvență, luate în regiunea vâscoelastică liniară (la 0,1% amplitudinea deformației). S-a constatat că, modulul de stocare al aluatului standard din făinuri moi este mai mare decât cel al aluatului standard din făinuri puternice, în timp ce modulul de stocare al aluatului moale cu capacitatea de absorbție 66% se suprapune peste cel al aluaturilor tari. În plus, modulele de pierderi (şi, prin urmare, vâscozitatea dinamică) ale făinurilor slabe şi puternice sunt aproape identice. În domeniul de frecvență joasă unde aluatul este aproape în repaus sau uşor excitat, decalajul de fază, d = $\tan^{-1}$(G"/G'), este de ordinul a 25°adic ă destul de elastic [4,5,6].

Există două tipuri principale de analizoare utilizate în prezent: analizoare de rezonanță forțată si analizoare de rezonanță liberă. Analizoarele de rezonanță liberă măsoară oscilațiile libere de amortizare ale probei testată prin suspendare şi oscilare. Analizoare de rezonanță forțată sunt cele mai frecvente tipuri de analizoare, la care proba oscilează la o anumită frecvență. Cel mai adesea, pentru caracterizarea proprietăților reologice ale diferitelor materiale, se utilizează reometrele. Părțile active ale unui reometru sunt părțile care intră în contact cu materialul asupra căruia se efectuează testele. Aceste geometrii pot fi de tipul: placă – placă, con – placă, con – con sau cilindri coaxiali (fig. 1) [8].

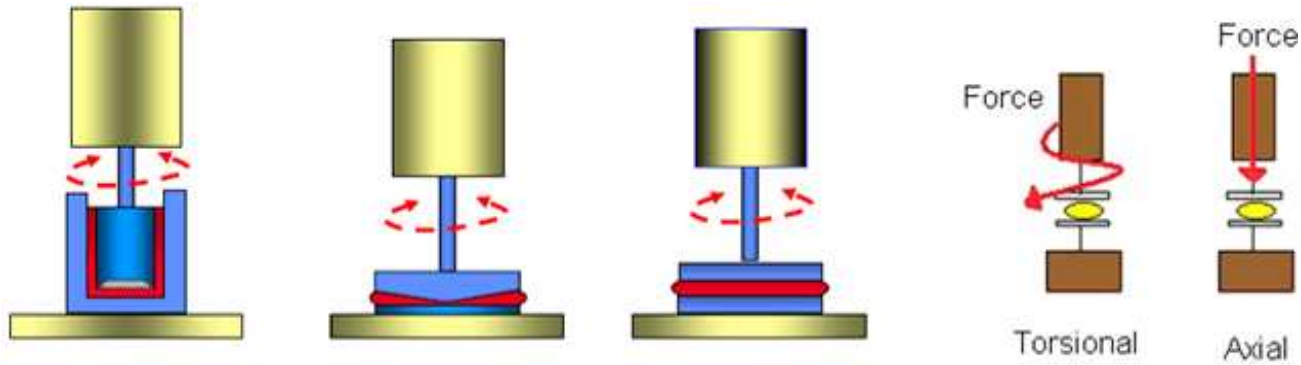


Fig. 1 - Types of geometry of a rheometer and their movement /
Tipuri de geometrii ale unui reometru şi mişcarea acestora
a) coaxial cylinders, b) cone - plate c) plate - plate d) movement of rheometer plates
a) cilindri coaxiali, b) con – placă; c) placă – placă; d) mişcarea plăcilor reometrului

THEORETICAL ELEMENTS

In a viscoelastic material, the stress and strain can be represented using the equations [2,4]:

- the strain:

$$\varepsilon = \varepsilon_o \sin(\omega t) \quad (1)$$

- the stress

ELEMENTE TEORETICE

Într-un material vâscoelastic, tensiunea şi deformația pot fi reprezentate folosind ecuațiile [2,4]:

- deformația:

- tensiunea:

$$\sigma = \sigma_o \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

where: ω is the frequency of oscillation strain, t is time and phase shift φ is between stress and strain.

In case of oscillatory shear measurements or of those dynamo-mechanical on a fluid is applied a shear field varying sinusoidal and it is measured the shear amplitude and phase angle between the imposed shear and the stress [4]. Testing is under linear viscoelastic regime if the stress is linearly proportional to the imposed strain and the stress response is sinusoidal. For these tests, the storage modulus and the loss modulus inside the viscoelastic solids measure the energy stored, representing the elastic portion and dissipated energy as heat, representing the viscous portion [5]. The storage modulus E', respectively that of loss E" at traction, are defined by the relations:

$$E' = \frac{\sigma_o}{\varepsilon_o}\cos\varphi \qquad E'' = \frac{\sigma_o}{\varepsilon_o}\sin\varphi \tag{3}$$

Phase angle is given by:

$$\tan\varphi = \frac{E''}{E'} \tag{4}$$

Relation (4) shows the relative effects of elastic and viscous components in viscoelastic behavior.

Similarly can be defined the storage and loss moduluss at shearing, G' and G".

The complex variables can be used to express of moduluss E and G as follows:

$$E = E' + i\,E'' \qquad G = G' + i\,G'' \tag{5}$$

where i is the imaginary unit ($i^2 = -1$).

The complex modulus G*, at shear, can be determined from the relation:

$$\left|G^*\right| = \sqrt{G'^2 + G''^2} \tag{6}$$

It is important to note that the strain or stress used in low amplitude oscillatory dynamic tests are very small, often of 1%, 3% or 5%, to ensure that the material response will be in the linear domain, in which the stress is proportional to the applied strain [2,4,5,6].

Similarly, the complex viscosity η* can be defined in terms such as the real part η' or imaginry η" of viscosity. G', G", and η' and η" allow rheological characterization of viscoelastic material based on a dynamic oscillating test SAOS.

MATERIAL AND METHOD

Were performed dynamic oscillatory tests of low amplitude SAOS on a bread dough prepared with the Brabender laboratory farinograph, type E after drawing of the farinograph curve. The dough was prepared from FA-480 wheat flour for bakery and pastry, using distilled water in 60% against the flour.

Farinographic test resulted in a dough consistency of 550 FU (1 FU ≅ 10^{-3} N·m), a development time of 1.8 min., the stability of 1,5 min and the correction of the absorption capacity for a consistency of 500 FU of 61.4%, which means that the dough was prepared a little harder than the normal consistency (550 FU against 500 FU).

The flour humidity, determined with RH Kern 120-3 thermobalance, was 11.3% (reported to the wet mass).

From the resulting dough mass has been achieved a test piece with about 25 mm in diameter and about 5 mm thickness, which was laid on the lower plate of a Physica MCR- 301 rheometer, using a plate-plate geometry (fig. 1,c) [8].

After approaching of the two plates at a convenient distance for the test (d = 1 mm), the dough excess from

unde: ω este frecvența oscilației deformației, t este timpul, iar φ este decalajul de fază între tensiune şi deformație.

În cazul măsurătorilor de forfecare oscilatorie sau a celor dinamo-mecanice asupra unui fluid se aplică un câmp de forfecare ce variază sinusoidal şi se măsoară amplitudinea tensiunii de forfecare rezultate şi unghiul de fază între forfecarea impusă şi tensiune [4]. Testarea este în regim liniar vâscoelastic dacă tensiunea este liniar proporțională cu deformarea impusă şi răspunsul tensiunii este sinusoidal. În cazul acestor teste, modulul de depozitare şi modulul de pierderi în corpurile solide vâscoelastice măsoară energia stocată, reprezentând porțiunea elastică şi energia disipată sub formă de căldură, reprezentând porțiunea vâscoasă [5]. Modulul de depozitare E', respectiv cel de pierderi E", la tracțiune, sunt definite de relațiile:

Unghiul de fază este dat de relația:

Relația (4) arată efectele relative ale componentelor elastice şi vâscoase în comportamentul vâscoelastic.

În mod similar pot fi definite modulusle de stocare şi pierderi, la forfecare, G' şi G".

Variabilele complexe pot fi utilizate în exprimarea moduluslor E şi G astfel:

unde i este unitatea imaginară ($i^2 = -1$).

Modulul complex G*, la forfecare, poate fi determinat din relația:

Este important de subliniat faptul că deformarea sau tensiunea utilizate în testările dinamice oscilatorii de joasă amplitudine sunt foarte mici, de cele mai multe ori de 1%, 3% sau 5%, pentru a se asigura că răspunsul materialului va fi în domeniul linear, domeniu în care tensiunea este proporțională cu deformarea aplicată [2,4,5,6].

In mod similar, vâscozitatea complexa η* poate fi definită în termeni precum partea reala η' sau imaginară η" de vâscozitate. G', G", şi η' şi η" permit caracterizarea reologică a materialului vâscoelastic pe baza unui test dinamic oscilatoriu SAOS.

MATERIAL ŞI METODĂ

Au fost efectuate teste dinamice oscilatorii de joasă amplitudine SAOS pe un aluat de pâine preparat în laborator cu farinograful Brabender, tip E, după trasarea curbei farinografice. Aluatul a fost preparat din făină de grâu FA-480, pentru produse de panificație şi patiserie, utilizând apă distilată în procent de 60% față de făină. Testul farinografic a determinat o consistență a aluatului de 550 FU (1 FU ≅ 10^{-3} N·m), un timp de dezvoltare de 1,8 min, stabilitatea de 1,5 min, iar corecția capacității de absorbție pentru o consistență de 500 FU de 61.4%, ceea ce înseamnă că aluatul a fost preparat puțin mai tare decât consistența normală (550 FU față de 500 FU). Umiditatea făinii, determinată cu o termobalanță Kern RH 120-3, a fost de 11,3% (raportată la masa umedă).

Din masa de aluat rezultată, a fost realizată o epruvetă cu diametrul de circa 25 mm şi grosimea aproximativ 5 mm, care a fost aşezată pe placa de jos a unui reometru Physica MCR-301, utilizându-se o geometrie de tip placă-placă (fig.1,c) [8].

După apropierea celor două plăci la o distanță convenabilă testului (d = 1 mm), surplusul de aluat de pe

the edge of plates was cut and removed with a sharp knife blade. The rheometer plates were kept at a constant temperature of about 27 ºC and the working chamber was closed so that the water loss during the test to be as small as possible.

The angular oscillation frequency ω varied within 500-0.05 rad/s and vice versa, in 41 steps and the relative strain amplitude was 0.1 (10%).

The experiment was carried out in specialized laboratory of the Department of Hydraulic Machinery Hydraulic and Environmental Engineering, University Politehnica Bucharest, in April 2011.

RESULTS

The test lasted about 2,5 hours and the results were processed in Excel 2003 on a PC. Were drawn the charts for shear moduluss G'and G'', complex viscosity η*, torque, shear stress and storage factor, depending on the angular frequency, in logarithmic coordinates.

Variation of moduluss for storage G' and loss G'' together with the viscosity variation η* with the angular speed are shown in Fig. 2.

marginea plăcilor a fost tăiat şi îndepărtat cu un cuțit cu lamă ascuțită. Plăcile reometrului au fost menținute la o temperatură constantă de circa 27^{o}C, iar incinta de lucru a fost închisă pentru ca pierderea de apă în timpul testului să fie cât mai mică.

Frecvența unghiulară de oscilație ω a variat în limitele 500–0,05 rad/s şi invers, în 41 de paşi, iar amplitudinea deformației relative a fost 0,1 (10%).

Experimentul a fost efectuat în laboratorul de specialitate al Catedrei de Hidraulică, Maşini hidraulice şi Ingineria mediului, din Universitatea Politehnica Bucureşti, în aprilie 2011.

REZULTATE

Testul a durat circa 2,5 ore, iar rezultatele obținute au fost prelucrate în programul Excel 2003, pe un calculator PC. Au fost trasate graficele moduluslor de forfecare G' şi G", vâscozității complexe η*, momentului de torsiune, tensiunii de forfecare şi factorului de înmagazinare, în funcție de frecvența unghiulară, în coordonate logaritmice.

Variația moduluslor de depozitare G' şi de pierderi G", împreună cu variația vâscozității η*, cu viteza unghiulară sunt prezentate în fig. 2.

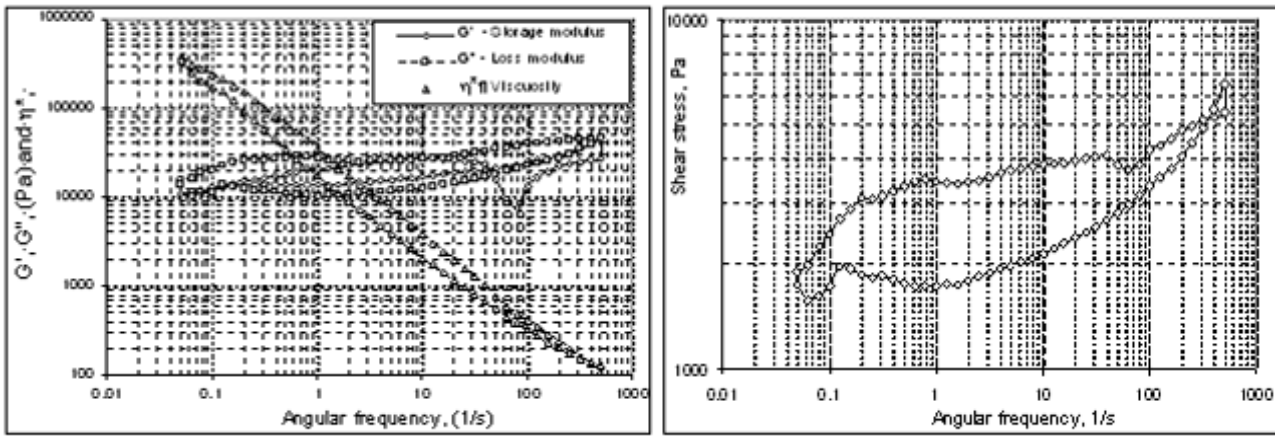


Fig. 2 - Storage modulus G', loss modulus G" and complex viscosity η* (a) respectively the shear stress τ (b), depending on the angular frequency ω / *Modulul de depozitare* G', *modulul de pierderi* G" *şi vâscozitatea complexă* η* *(a), respectiv tensiunea de forfecare* τ *(b) în funcție de frecvența unghiulară* ω

In figure 2,b is shown the variation during the test of the stress shear and also depending on the angular speed ω .

The analysis of graphs in fig. 2,a, shows that shear moduluss have very similar values for most angular frequency, but, in the area of large angular frequencies, the storage modulus G' has an atypical variation, which means that the elastic part of the dough changes with angular frequency, but this may be due to loss of water during the test.

In fig.3 are shown variations of torque and damping factor also with angular frequency ω. For all graphs presented, it was more convenient to draw them into logarithmic coordinates so that variation of parameters to have a corresponding allure.

From the analysis of torque and stress shear graphs, it is found that the allure of variation curves it is very similar, indicating that the two quantities are directly proportional.

The viscous damping factor of the dough, which is the ratio between viscous modulus and elastic modulus, respectively G"/G' = tan φ, has an irregular variation, as well as the storage modulus, especially in the high angular frequencies, so as can be seen in figure 3,b. As I already said, because of the duration of test relatively high (about

În fig.2,b este prezentată variația în timpul testului a tensiunii de forfecare, de asemenea, în funcție de viteza unghiulară ω.

Din analiza graficelor din fig.2,a, se constată că modulusle de forfecare au valori foarte apropiate, pentru majoritatea frecvențelor unghiulare, dar, în zona frecvențelor unghiulare mari, modulul de depozitare G', are o variație atipică, ceea înseamnă că partea elastică a aluatului se modifică cu frecvența unghiulară, dar acest lucru se poate datora şi pierderii de apă în timpul testului.

În fig.3, sunt prezentate variațiile momentului de torsiune şi factorului de amortizare, de asemenea, cu frecvența unghiulară ω. Pentru toate graficele prezentate, a fost mai convenabilă trasarea acestora în coordonate logaritmice, astfel încât variația parametrilor să aibă o alură corespunzătoare.

Din analiza graficelor momentului de torsiune şi tensiunii de forfecare, se constată că alura curbelor de variație este foarte asemănătoare, ceea ce arată că cele două mărimi sunt direct proporționale.

Factorul de amortizare vâscoasă al aluatului, care reprezintă raportul dintre modulul vâscos şi modulul elastic, respectiv G"/G' = tan φ, prezintă o variație neuniformă, la fel ca şi modulul de depozitare, în special în zona frecvențelor unghiulare mari, aşa cum se poate observa din figura 3,b. După cum am mai spus, datorită

2.5 hours), it is possible that the dough should be lost from the initial humidity, especially because it was made from the very beginning as a dough with hard consistency (550 FU).

timpului de test destul de mare (circa 2,5 ore), este posibil ca aluatul să fi pierdut din umiditatea inițială, mai ales că el a fost realizat încă de la început ca un aluat de consistență tare (550 FU).

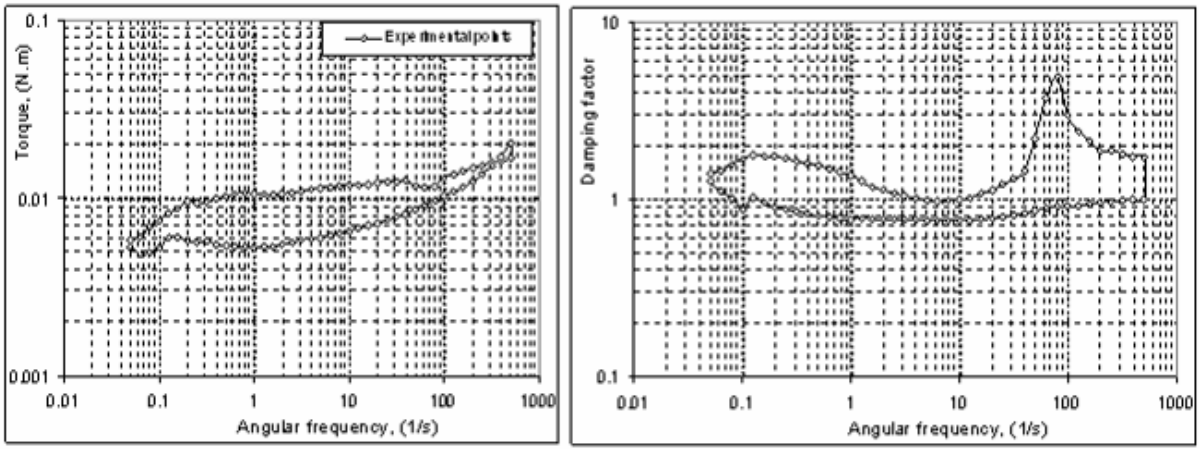


Fig. 3 - Torque (a), respectively damping factor (b), depending on the angular frequency ω /
Momentul de torsiune (a), respectiv factorul de amortizare (b), în funcție de frecvența unghiulară ω

It has not been determined the dough humidity after the oscillating test, but its initial humidity (based on percentage of humidity in flour and water added) was about 44,56%.

It should be noted that all relevant rheological values in the dynamic oscillatory tests presents a hysteresis, which concludes that the material stores energy, being as we know a visco-elastic-plastic material with characteristics differing to those of the ideal elastic materials, but also to those of the ideally viscous fluids.

We should also add that the test was conducted for strains up to 10%, somewhat higher than the recommended limits of the specialty literature for tests on ordinary fluid and the results are presented for these values of the amplitude of strain.

CONCLUSIONS

Although the linear viscoelasticity is ideal to ensure informations on improving and understanding the structure and organization of material, the majority operations of food processing and especially of dough involves rapid and large strains that can not be modeled using only the theory of linear viscoelasticity. In general, an investigation involving a SAOS method must begin with determination of strain or strass limits for which is applicable the theory of linear viscoelasticity. Therefore, a strain test or a test of progressive increase of strain must be done at a low frequency (eg 1 Hz) by increasing the strain amplitude or stress imposed. Once the limit of linear viscoelasticity is determined the other experiments may be performed, carried out at strains or stresses into this limit.

Being aware of the dynamic properties like G' and G" allows estimation of other linear viscoelastic properties as well as material conduct in other types of deformations such as stretching and compression.

The paper did not proposed to make a comparison of data from the specialty literature on dynamic oscillatory tests on bread doughs with the data obtained by us in experiments, but only to present the variation of relevant parameters that can be determined through such tests over this material which presents particularly complex rheological characteristics, influenced by a multitude of factors.

However, the tests presented show how much and at what values of angular velocity of bread dough may break or deform to without breaking, which is important to know

Nu a fost determinată umiditatea aluatului după testul oscilatoriu, dar umiditatea sa inițială (calculată pe baza procentelor de umiditate din făină şi apă adăugată) a fost de circa 44,56%.

Este de remarcat faptul că toate mărimile reologice relevante în testele dinamice oscilatorii prezintă un histerezis, ceea ce concluzionează că materialul înmagazinează energie, fiind după cum ştim un material vâsco-elasto-plastic, cu caracteristici diferite de cele ale materialelor ideal elastice, dar şi de cele ale fluidelor ideal vâscoase.

Ar mai fi de adăugat faptul că testul a fost realizat pentru deformații în limita a 10%, ceva mai mari decât limitele recomandate de literatura de specialitate pentru teste asupra fluidelor obişnuite, iar rezultatele sunt prezentate pentru aceste valori ale amplitudinii deformației.

CONCLUZII

Deşi vâscoelasticitatea liniară este ideală pentru a asigura informații cu privire la îmbunătățirea şi înțelegerea structurii şi organizării unui material, majoritatea operațiilor de procesare alimentară şi în special a aluatului implică deformații rapide si largi care nu pot fi modelate utilizând doar teoria vâscoelasticității liniare. In general, o investigație ce implică o metodă SAOS trebuie să înceapă cu determinarea deformării sau a limitei de tensiuni pentru care teoria de vâscoelasticitate liniară este aplicabila. De aceea, un test de deformare sau un test de creştere progresivă a tensiunii trebuie realizat la o frecvență mică (de ex. 1 Hz) prin creşterea amplitudinii deformării sau tensiunii impuse. Odată ce limita de vâscoelasticitate liniară este determinată se pot realiza celelalte experimente, realizate la deformări sau tensiuni în această limită.

Cunoaşterea proprietăților dinamice precum G' si G" permite estimarea celorlalte proprietăți vâscoelastice liniare cât şi comportamentul materialului în alte tipuri de deformări, precum întinderea sau compresiunea.

Lucrarea nu şi-a propus să facă o comparație a datelor din literatura de specialitate referitoare la testele dinamice oscilatorii asupra aluaturilor de pâine cu datele obținute de noi la experimentări, ci numai să prezinte variația parametrilor relevanți ce pot fi determinați prin astfel de teste asupra acestui material care prezintă caracteristici reologice deosebit de complexe, influențate de o multitudine de factori.

Totuşi, testele prezentate arată cât de mult şi la ce valori ale vitezei unghiulare aluatul de pâine se poate rupe sau poate să se deformeze fără a se rupe, lucru important de cunoscut

the operations of the technological flow of bread (kneading, division, modeling) in order to choose the best mode of machine operation.

It is noted that the storage module and module losses were approximately equal values and variations, changes in relatively large angle, so the dough looked viscous component is relatively flush with the elastic component. It is noteworthy that the viscosity varies greatly for relatively large variations in angular frequency.

We plan further investigations in this area doughs for bakery and the influence of various additives or additives on rheological characteristics of these tests obtained by using dynamic oscillatory reometrelor with cone-plate geometry and plate-like.

Aknowledgement

The work has been funded through the Sectoral Operational Programme Human Resources Development 2007-2013 of the Romanian Ministry of Labour, Family and Social Protection through the Financial Agreement POSDRU/ 6/1.5/S/19/7713.

This paper represents a synthesis of the experimental researches carried out under the "IDEI" project no 753/2009, ID_1726, financed by CNCSIS from Romania.

REFERENCES

[1]. Demirkesen I. et al. (2010) – *Rheological properties of gluten-free bread formulations*, Journal of Food Engineering, 96, pag. 295–303;
[2]. Hibberd, G. E., Wallace, W. J. (1966) – *Dynamic Viscoelastic Behaviour of Wheat Flour Doughs, Part 1: Linear Aspects*, Rheologica Acta, 5(3), pag. 193-198;
[3]. Huang W. et. al. (2010) – *Effects of transglutaminase on the rheological and Mixolab thermomechanical characteristics of oat dough*, Food Chemistry, 121, pag. 934–939;
[4]. Lungu, M., Ibănescu, C. (2008) – *Rheological properties of polymer systems*, Editura Preformantica, Iaşi;
[5]. Meyers, M. A., Chawla, K. K. (1999) – *Mechanical behavior of materials*, Prentice Hall (Upper Saddle River, N.J.), pag. 98-103;
[6]. Safari-Ardi, M., Phan-Thien, N. (1998) – *Stress relaxation and oscillatory tests to distinguish between doughs prepared from wheat flours of different varietal origin*, Cereal Chemistry, 75(1), pag. 80–84;
[7]. Trevor S.K., McKinley G.H., Padmanabhan M. (2006) – *Linear to Non-linear Rheology of Wheat Flour Dough*, HML Report Number 06-P-08, http://dspace.mit.edu/ bitstream/handle/1721.1;
[8]. Weipert D. (1990) – *The benefits of basic rheometry in studying dough rheology*, Cereal Chemistry, 67(4), pag. 311 -317.

pentru operațiile din cadrul fluxului tehnologic de panificație (frământare, divizare, modelare), în vederea alegerii celui mai bun regim de funcționare al utilajului.

Se constată că atât modulul de înmagazinare, cât şi modulul de pierderi au valori şi variații aproximativ egale, la variații unghiulare relativ mari, deci componenta vâscoasă a aluatului analizat este relativ la acelaşi nivel cu componenta elastică. Este de remarcat că vâscozitatea prezintă variații importante pentru variații relativ mari ale frecvenței unghiulare.

Ne propunem continuarea investigațiilor în acest domeniu pe aluaturi pentru produse de panificație şi determinarea influenței diferiților aditivi sau adaosuri asupra caracteristicilor reologice ale acestora obținute prin teste oscilatorii dinamice cu ajutorul reometrelor cu geometrii de tip con-placă sau placă-placă.

Confirmare

Lucrarea a fost finanțată prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013 al Ministerului Român al Muncii, Familiei şi Protecției Sociale POSDRU/ 6/1.5/S/19/7713.

Această lucrare reprezintă o sinteză a cercetărilor experimentale derulate în cadrul proiectului "IDEI" nr. 753/2009, ID_1726, finanțat de CNCSIS, România.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Demirkesen I. et al. (2010) – *Proprietățile reologice ale formulelor de pâine fără gluten*, Journal of Food Engineering, 96, pag. 295–303;
[2]. Hibberd, G. E., Wallace, W. J. (1966) – *Comportarea vâscoelastică dinamică a aluaturilor din făină de grâu, Partea 1: Aspecte Lineare*, Rheologica Acta, 5(3), pag. 193-198;
[3]. Huang W. et. al. (2010) – *Efectele transglutaminazei asupra caracteristicilor reologice şi termomecanice Mixolab ale aluaturilor de ovăz*, Food Chemistry, 121, pp.934–939;
[4]. Lungu, M., Ibănescu, C. (2008) – *Proprietățile reologice ale sistemelor polimere*, Ed. Preformantica, Iaşi;
[5]. Meyers, M. A., Chawla, K. K. (1999) – *Comportarea mecanică a materialelor*, Prentice Hall (Upper Saddle River, N.J.), pag. 98-103;
[6]. Safari-Ardi, M., Phan-Thien, N. (1998) – *Relaxarea tensiunilor şi teste oscilatorii asupra aluaturilor preparate din făinuri de grâu de diferite varietăți*, Cereal Chemistry, 75(1), pag. 80–84;
[7]. Trevor S.K., McKinley G.H., Padmanabhan M. (2006) – *Reologia liniară şi neliniară a aluatului din făină de grâu*, HML Report Number 06-P-08, http://dspace.mit.edu/ bitstream/handle/1721.1;
[8]. Weipert D. (1990) – *Beneficiile reometriei de bază în studiul reologiei aluatului*, Cereal Chemistry, 67(4), pag. 311 -317.

CONVECTIVE DRYER ENERGETICALLY COUPLED TO A GREENHOUSE
/
USCATOR CONVECTIV CUPLAT ENERGETIC LA O SERĂ

Murad E., Safta V. V., Haraga G., Panțiru G. A., Fărăoanu C. E.
- UPB Bucuresti -
Tel: 0745 118 133; E-mail: erolmurad@yahoo.com

Abstract: *Nowadays is required a reduction in producer prices of agricultural products and CO_2 emissions. For this purpose is study the functioning of a convective dryer for agricultural products which during warm season is supplied with energy from the thermal instalation of a greenhouse with nominal power of 60 kW heated with local biomass. The modulated convective dryer type USCMER 30/60AC is fed with low pressure steam (0.7 bar) from the greenhouse thermal generator.Consumption of biomass is analyzed both during the cold season of heating the greenhouse and during the warm season in which agricultural products are dried. It will be compared the costs for thermal energy produced by LPG or diesel oil to those for biomass and it will be remarked that there is a substantial reduction of the fuel expenditures, CO_2 emissions and a faster amortization of the thermal plant.*

Keywords: *biomass, CO_2 emissions, drying, economic efficiency, greenhouse.*

INTRODUCTION

Reduction of specific investments and CO_2 emissions reduction lead to the used in agriculture of the energy produced from renewable resources. This paper examines the option of placing a convective dryer next to a greenhouse and its energy supply from the thermal power plant greenhouse in the warm season of the year. Dryer was chosen so that the thermal power required for drying processes can be produced by the heating plant of the greenhouses. In this way the thermal plant is used almost all year, reducing the value of depreciation per unit of product and thus decrease production costs. A single operator is required throughout the year for both the greenhouse and the dryer, something which contributes to a rural areas better labor employment.

Since from agriculture are obtained biomass energy products type: corn and sunflower strains, vegetable stalks, vine ropes, orchard clippings, etc.; they are used, with minimal processing for a cheap and environmentally friendly energy heat production. The biomass energy most easily manipulated forms are pellets and compacted granular biomass (but the last one is more expensive because it consumes energy for the compaction to achieve it).

For analysis, it is made an annual review of both fuel consumption for the greenhouse and the dryer and comparison is made between the use of the biomass and the use of diesel and LPG. Greenhouse annual fuel consumption was determined by simulated experiments using CLIMASERE software, for the average temperature during the the 190 days of heating. For dryer was used for simulated experiments the USCMER software, that determined the average drying regimes fuel consumption for vegetables and fruit.

Using biomass as a fuel there is a significant costs reduction for heating, and a significant CO_2 emissions reduction.

Rezumat: *În prezent se cere o reducere a prețurilor de producție a produselor agricole precum şi a emisiei de CO_2. În acest scop se studiază funcționarea unui uscător convectiv pentru produse agricole care în perioada caldă este alimentat cu energie de la instalația termică cu putere nominală de 60 kW a unei sere încălzite cu biomasă locală. Uscătorul convectiv modulat de tip USCMER 30/60AC este alimentat cu abur de joasă presiune (0,7 bar) de la generatorul termic al serei. Se analizează consumul de biomasă atât în perioada rece de încălzire a serei, cât şi în perioada caldă în care se usucă produse agricole. Se compară costurile pentru energia termică produsă cu GPL sau motorină, cu cele pentru biomasă şi se constată o reducere substanțială a cheltuielilor pentru combustibil, a emisiei de CO_2 cât şi o amortizare mai rapidă a instalației termice.*

Cuvinte cheie: *uscare, biomasă, seră, eficiență economică, emisii de CO_2.*

INTRODUCERE

Reducerea investițiilor specifice şi scăderea emisiei de CO_2 conduc către utilizarea în agricultură a energiei produsă din resurse regenerabile. În lucrare se analizează varianta plasării unui uscător convectiv lângă o seră şi alimentarea acestuia cu energie de la centrala termică a serei în sezonul cald al anului. Uscătorul a fost ales astfel încât puterea termică necesară pentru procesele de uscare să poată fi produsă de centrala termică a serei. În acest mod centrala termică este utilizată aproape tot anul, scăzând valoarea amortizării pe unitatea de produs şi deci scăderea costurilor de producție. Un singur operator este necesar tot timpul anului atât pentru seră cât şi pentru uscător, aspect care contribuie la mai bună ocupare a forței de muncă din mediul rural.

Deoarece din agricultură se obțin subproduse de tip biomasă energetică: tulpini de porumb şi floarea soarelui, vrejuri de legume, corzi de viță, tăiaturi din livezi, etc.; acestea sunt utilizabile, cu un minim de prelucrare, pentru producerea de energie termică ieftină şi ecologică. Formele cele mai uşor de manipulat ale biomasei energetice sunt peletele şi biomasă compactată granulară (însă aceasta din urmă este ceva mai scumpă deoarece se consumă energie pentru compactare la realizarea ei).

Pentru analiză, se face un bilanț anual al consumului de combustibil atât pentru seră cât şi pentru uscător şi se face comparația între utilizarea biomasei şi utilizarea motorinei şi GPL-ului. Pentru seră consumul anual de combustibil s-a determinat prin experimente simulate cu softul CLIMASERE, pentru valoarea medie a temperaturii în cele 190 de zile de încălzire. Pentru uscător s-a utilizat softul USCMER pentru experimente simulate cu care au fost determinate consumurile de combustibil ale regimurilor de uscare medii pentru legume şi pentru fructe.

Utilizând drept combustibil biomasa se constată o reducere importantă a costurilor pentru energia termică, precum şi o reducere semnificativă a emisiei de CO_2.

MATERIAL AND METHOD

The tunnel greenhouses under study is NORDICLAIR (Fr) type and has dimensions of 8m x 25 mx 4.0 m, with a ground surface Ssol = 200 m2. Constructive, has galvanized pipe frame covered with pressurized double polyethylene foil. The greenhouse is heated with hot air distributed through a central flexible tube with slots jets.

The air is heated with hot water heat exchanger (steam) - air nominal power is 60 kW for an air flow of Dinc= 6000m3/h at a reference temperature RTs = 15°C [1, 2, 9].

The dryer coupled with the greenhouse is USCMER 30/60-AC (RO)type, with a positioning surface on cassettes of Scas=30 m2, having a a heat exchanger with hot water (steam)- air with a nominal output of 60 kW, for an air speed in the drying room of vus = 2 m/s, to a reference temperature of RTu = 60 °C [4, 6, 7].

For heating is used a steam generator that burns biomass and produce saturated steam with a maximum pressure of 0.7 bar. It was adopted the version that uses steam as a heat agent, because the installation is easier, and therefore cheaper,and with great safety exploitation The steam boiler is instant (flash), which has in the vaporization area only 8 ... 10 g of water, thus eliminating the danger of explosion due to accidental decompression [2].

Figure 1 shows the block diagram of the system consisting of a greenhouse and a convective dryer coupled to a steam generator that burns biomass.

MATERIAL ŞI METODĂ

Sera de tip tunel care face obiectul studiului, este de tip NORDICLAIR (Fr) şi are dimensiunile 8m x 25 m x 4.0 m, cu o suprafață la sol S_{sol} = 200 m^2. Constructiv, are cadrul din țeavă galvanizată şi este acoperită cu folie dublă de polietilenă presurizată. Sera este încălzită cu aer cald distribuit printr-un tub flexibil central cu fante pentru jeturi.

Aerul este încălzit cu un schimbător de căldură apă caldă (abur) – aer cu o putere nominală de 60 kW pentru un debit de aer de D_{inc}= 6000m^3/h la o referință de temperatură R_{Ts} = 15°C [1, 2, 9].

Uscătorul cuplat energetic cu sera este de tip USCMER 30/60-AC (RO), cu o suprafață de poziționare pe casete S_{cas}=30 m^2, având un schimbător de căldură apă caldă (abur) – aer cu o putere nominală de 60 kW, pentru o viteză a aerului în camera de uscare de v_{us} = 2 m/s, la o referință de temperatură R_{Tu} = 60 °C [4, 6, 7].

Pentru încălzire se utilizează un generator de abur în care se arde biomasă şi se produce abur saturat cu o presiune maximă de 0,7 bar. S-a adoptat varianta cu abur ca agent termic, deoarece instalația este mai simplă şi deci mai ieftină, având şi o mare siguranță în exploatare. Cazanul de abur este de tip instant (flash), care are în zona de vaporizare numai 8...10 g de apă, eliminându-se astfel pericolul de explozie datorită despresurizării accidentale [2].

În figura 1 este prezentată schema bloc a sistemului format dintr-o seră şi un uscător convectiv cuplate la un generator de abur în care se arde biomasă.

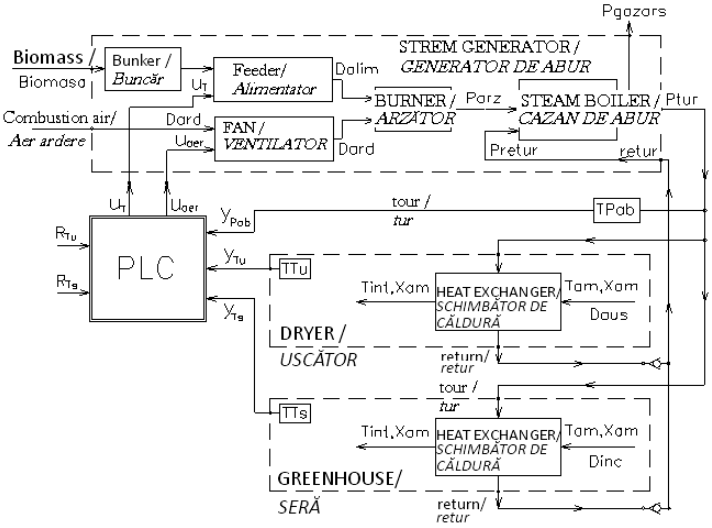


Fig. 1 - Block diagram of the thermal coupled dryer and greenhouse / *Schema bloc a uscătorului şi serei cuplate energetic*

In the steam generator it is burned a granular biomass with a combustion device designed and developed by the Department of Biotechnical Systems of UPB. The burner feeding is made with a flow D_{alim} of biomass, dosed by a suplyer commanded by the size control u_T, provided by the numerical system of management of the process (PLC), using an algorithm of type digital PID. Combustion air flow D_{ard} is produced by a fan commanded by the control size u_{aer} provided by the PLC also. The burner produces a thermal power P_{arz} contained in the combustion gases entering the steam boiler to produce steam where it gives warmth to produce steam and are discharged with residual power P_{gazars}. Steam produced, which has the power P_{tur}, is sent on the pipeline tour to the heat exchangers from the greenhouse and dryer. Steam pressure is measured on the pipeline tour with a transducer TP_{ab} providing the measured size y_{pab}. In the heat exchangers the steam condenses and the condensation water returns and re-enter in the boiler having a remaining power P_{retur}. The effective power delivered to the heated air is:

În generatorul de abur se arde biomasă granulară cu un dispozitiv de ardere conceput şi realizat de Catedra de Sisteme Biotehnice din UPB. Alimentarea arzătorului se face cu un debit D_{alim} de biomasă, dozat de un alimentator comandat de mărimea de comandă u_T, furnizată de sistemul numeric de conducere a procesului (PLC), utilizând un algoritm de tip PID-numeric. Debitul de aer pentru ardere D_{ard} este produs de un ventilator comandat de mărimea de comandă u_{aer} furnizată tot de PLC. Arzătorul produce o putere termică P_{arz} conținută în gazele de ardere care intră în cazanul de abur unde cedează căldura pentru producerea aburului şi sunt evacuate cu puterea remanentă P_{gazars}. Aburul produs, care are puterea P_{tur}, este trimis pe conducta de tur spre schimbătoarele de căldură din seră sau din uscător. Presiunea aburului se măsoară pe conducta de tur cu un traductor TP_{ab} care furnizează mărimea măsurată y_{pab}. În schimbătoarele de căldură aburul condensează iar apa de condens se reîntoarce şi reintră în cazan având o putere remanentă o putere P_{retur}. Puterea utilă transmisă aerului încălzit este:

$$P_{inc} = P_{tur} - P_{retur} \quad (1)$$

In greenhouse the internal temperature is measured with the TT_s sensor that provides y_{Ts} size. This is compared in PLC with the reference temperature R_{Ts} and results a corrected control error depending on y_{pab}. The error is taken by the digital PID algorithm which elaborates the command size u_T.

At the dryer is measured the inlet temperature in the drying chamber T_{int} which is compared with R_{Tu} and is elaborated the size of u_T to control the burner. The burner and the heat exchanger were modeled as dynamic elements of first order with the transfer functions:

În seră se măsoară temperatura interioară cu traductorul TT_s care furnizează mărimea y_{Ts}. În PLC aceasta este comparată cu referința de temperaură R_{Ts} şi rezultă o eroare de reglare corectată în funcție de y_{pab}. Eroarea este preluată de algoritmul PID-numeric care elaborează mărimea de comadă u_T.

La uscător se măsoară temperatura de intrare în camera de uscare T_{int} care se compară cu R_{Tu} şi se elaborează mărimea u_T pentru comanda arzătorului. Arzătorul şi schimbătorul de căldură au fost modelate ca elemente dinamice de ordinul 1 cu funcțiile de transfer:

$$H_{arz}(s) = \frac{K_{arz}}{T_{arz}s + 1} \quad si \quad H_{sc}(s) = \frac{K_{sc}}{T_{sc}s + 1} \quad (2)$$

At modeling the greenhouse microclimate, for the solar radiation it was used a model with the form [9, 10, 11, 12, 13]:

La modelarea microclimatului din seră, pentru radiația solară, s-a utilizat un model de forma [9, 10, 11, 12, 13]:

$$P_{rads}(t) = C0_{rs} + C1_{rs}(t - t_{ras}) + C2_{rs}(t - t_{ras})^2, \ [W/m^2] \quad (3)$$

where t_{ras} : is the time when the sun rises.

For the water flow D_{aevp} (t) derived from evapotranspiration was used the model [9, 12, 13]:

În care: t_{ras} este timpul la care răsare soarele.

Pentru debitul de apă D_{aevp} (t) provenit din evapotranspirație s-a utilzat modelul [9, 12, 13]:

$$D_{aevp}(t) = \left(D_{vn} + (D_{vl} - D_{vn}) \cdot P_{rads}(t)\right) \cdot S_{sol}, \ [g\ apă/sm^2] \quad (4)$$

where:

D_{vn} is the specific flow of evapotranspiration during the night [g/ sm^2]

D_{vl} - specific flow of evapotranspiration during the day [$(g/sm^2)/(W/m^2)$].

To determine the fuel consumption it was chosen for the simulation a day with average temperature of the heating season T_{med} = 2,3℃, with an amplitude of ± 8 ℃ specific for Ilfov area.

în care:

D_{vn} - debitul specific de evapotranspirație noaptea [g/sm^2]

D_{vl} - debitul specific de evapotranspirație ziua [$(g/sm^2)/(W/m^2)$].

Pentru determinarea consumului de combustibil s-a ales pentru simulare o zi cu temperatura medie a sezonului de încălzire T_{med} = 2,3℃, cu o amplitudine de ±8 ℃ specific ă pentru zona Ilfov.

RESULTS

The results of simulated experiments are presented in tables 1, 2, 3 and 4.

The fuel consumption, fuel costs and CO_2 emissions reduction for the greenhouse heating in the cold season are presented in table 1.

REZULTATE

Rezultatele experimentelor simulate sunt prezentate în tabelele 1, 2, 3 şi 4.

Consumul de combustibil, costurile pentru combustibil precum şi reducerea emisiei de CO_2 pentru încălzirea serei în sezonul rece sunt prezentate în tabelul 1.

Table 1 / *Tabelul 1*

Greenhouse heating / *Incălzire seră*

Size / *Mărime*	**UM**	**Combustible / *Combustibil***			
		Diesel oil / *Motorină*	**LGP/ *GPL***	**Pellets /*Peleți***	**Corn /*Porumb***
Lower calorific value / *Putere calorifică inferioară*	MJ/kg	42	45.7 / *45,7*	17	15
Fuel unit price / *Preț unitar combustibil*	€/kg	1.4 / *1,4*	0.98 / *0,98*	0.16 / *0,16*	0.15 / *0,15*
Specific primary energy price / *Preț specific energie primară*	€/GJ	33.22 / *33,22*	21.52/*21,52*	9.41 / *9,41*	10.2 / *10,2*
Necessary daily energy / *Necesar zilnic de energie*	kWh/zi	635	624	717	717
Average heating power / *Putere medie de incalzire*	kW	26.46/*26,46*	26.00/*26,00*	29.88/*29,88*	29.88/*29,88*
Daily consumption / *Consum zilnic*	kg/zi	61.7 / *61,7*	60.2 / *60.2*	202	229
Fuel consumption in cold season / *Consum combustibil în sezon rece*	Kg	11723	11438	38380	43510
Fuel cost in cold season / *Cost combustibil in sezon rece*	€	16142	11209	6141	6526
Specific fuel cost in the cold season / *Cost specific combustibil pe sezon rece*	€/m^2	82.06 / *82,06*	56.05/*56,05*	30.70/*30,70*	32.63/*32,63*
Relative specific cost of the fuel / *Cost specific relativ al combustibilului*	%	100	68.30/*68,30*	37.42/*37,42*	39.77/*39,77*
CO_2 specific emission / *Emisie specifică CO_2*	kg/kg	2.74 / *2,74*	2.89 / *2,89*	0	0
CO_2 emission per season / *Emisie CO_2 pe sezon*	t/sezon	32.121/*32,121*	33.056/*33,056*	0	0

Fuel consumption, fuel costs and reducing of CO_2 emissions for drying of fruit in the convective dryer supplied with steam are presented in table 2.

Consumul de combustibil, costurile pentru combustibl şi reducerea emisiei de CO_2 pentru uscarea fructelor în uscătorul convectiv alimentat cu abur sunt prezentate în tabelul 2.

Table 2 / ***Tabel 2***

Drying fruits / *Uscare fructe*

Drying fruits / *Uscare fructe*					
Size / *Mărime*	**UM**	**Combustible /*Combustibil***			
		Diesel oil / *Motorină*	**LGP/ *GPL***	**Pellets / *Peleți***	**Corn / *Porumb***
Lower calorific value / *Putere calorifică inferioară*	MJ / kg	42	45.7 / 45,7	17	15
Fuel unit price / *Preț unitar combustibil*	€ / kg	1.4 / *1,4*	0.98/*0,98*	0.16/*0,16*	0.15/*0,15*
Batch drying capacity / *Capacitate uscare şarjă*	kg / sarjă	300	300	300	300
Average initial fruit moisture / *Umiditate inițială medie fructe*	%	85	85	85	85
Average final fruit moisture / *Umiditate finală medie fructe*	%	20	20	20	20
Mass of water extracted per batch/ *Masa de apă de extrasă pe şarjă*	kg.apă / sarjă	243.75/ *243,75*	243.75/ *243,75*	243.75/ *243,75*	243.75/ *243,75*
Number of batch drying fruits / *Nr. şarje uscare fructe*	sarjă / an	168	168	168	168
Heat consumption per batch / *Consum energie termică pe şarjă*	MJ / sarjă	1523.44/ *1523,44*	1523.44/ *1523,44*	1523.44/ *1523,44*	1523.44/ *1523,44*
Fuel consumption per batch / *Consum de combustibil pe şarjă*	kg / sarjă	41.55/ *41,55*	38.19/ *38,19*	124.03/ *124,03*	140.57/ *140,57*
Annual consumption of fuel / *Consum anual de combustibil*	kg / an	6980	6415	20838	23616
Annual fuel cost / *Cost anual combustibil*	EURO / an	9772	6287	3334	3543
Specific emission of CO_2 / *Emisie specifică de CO_2*	t.CO_2 / t.apă.evaporată	0.304/ *0,304*	0.403/ *0,403*	0	0
CO_2 emission at drying fruits / *Emisie CO_2 la uscare fructe*	t.CO_2 / an	12.45/ *12,45*	16.50/ *16,50*	0	0

Fuel consumption, fuel costs and reducing of CO_2 emissions in the dryer for drying vegetables in the steam supplied convection dryer are presented in table 3.

Consumul de combustibil, costurile pentru combustibl şi reducerea emisiei de CO_2 pentru uscarea legumelor în uscătorul convectiv alimentat cu abur sunt prezentate în tabelul 3.

Table 3 / ***Tabel 3***

Drying vegetables / *Uscare legume*

Drying vegetables / *Uscare legume*					
Size / *Mărime*	**UM**	**Combustible /*Combustibil***			
		Diesel oil/ *Motorină*	**LGP/ *GPL***	**Pellets / *Peleți***	**Corn / *Porumb***
Lower calorific value / *Putere calorifică inferioară*	MJ/kg	42	45.7/*45,7*	17	15
Fuel unit price / *Preț unitar combustibil*	€/kg	1.4/*1,4*	0.98/*0,98*	0.16/*0,16*	0.15/*0,15*
Batch drying capacity / *Capacitate uscare şarjă*	kg	240	240	240	240
Average initial vegetable moisture/ *Umiditate inițială medie legume*	%	85	85	85	85
Average final vegetable moisture / *Umiditate finală medie legume*	%	10	10	10	10
Mass of water extracted per batch/ *Masa de apă de extrasă pe şarjă*	kg.apă/şarjă	200	200	200	200
Number of batch vegetable drying / *Nr. şarje uscare legume*	şarjă/an	151	151	151	151
Heat consumption per batch / *Consum energie termică pe şarjă*	MJ/şarjă	1428.57/*1 428,57*	1428.57/*1 428,57*	1392.86/*1 392,86*	1428.57/*1 428,57*
Fuel consumption per batch / *Consum de combustibil pe şarjă*	kg/şarjă	38.96/ *38,96*	35.81/ *35,81*	113.4/ *113,4*	131.82/ *131,82*
Annual consumption of fuel / *Consum anual de combustibil*	kg/an	5883	5407	17124	19905
Annual fuel cost / *Cost anual combustibil*	EURO/an	8237	5299	2740	2986
Specific emission of CO_2 / *Emisie specifică de CO_2*	t.CO_2/t.apă.evaporată	0.304/ *0,304*	0.403/ *0,403*	0	0
CO_2 emission at drying fruit / *Emisie CO_2 la uscare fructe*	t.CO_2/an	9,18/*9,18*	12,17/ *12,17*	0	0

Table 4 presents the annual costs of fuel for the convective dryer.

În tabelul 4 se prezintă costurile anuale de combustibil pentru uscătorul convectiv.

Table 4 / ***Tabel 4***

Annual costs of fuel for convective dryer / ***Costuri anuale de combustibil pentru uscătorul convectiv***

Size / ***Mărime***	**UM**	**Combustible /*Combustibil***			
		Diesel oil / *Motorină*	**LGP / *GPL***	**Pellets/ *Peleți***	**Corn / *Porumb***
Annual fuel cost for dryer / *Cost anual combustibil pentru uscător*	EUR/year / *EUR/an*	18009	11586	6074	6529
Annual fuel cost for dryer / *Cost anual combustibil pentru uscător*	%	100	64.33 / *64,33*	33.73 / *33,73*	36.25 / *36,25*
CO_2 emission using dryer / *Emisie CO_2 utilizare uscător*	t.CO_2/year / *t.CO_2/an*	21.63 / *21,63*	28.67 / 28,67	0	0

CONCLUSIONS

It was analyzed the energetic coupling of a convective dryer to greenhouse thermal installation so that the thermal installation to be used all year long. Thus, the total investment cost is reduced by eliminating the biomass deposit and the boiler required for an independent dryer, leading to the reduction of specific amortization by about 50%.

It has been analyzed by simulated experiments the warming of a 200 m^2 greenhouse module with diesel fuel, LPG and granular biomass which is burned in a burner conceived in the PUB. The use of biomass reduces the fuel costs at around 33% of that for diesel oil and reduces the CO_2 emissions by 32 tons / year.

From the simulated tests with the model of a convective dryer USMER 30/60 supplied with thermal energy from the thermal installation of the greenhouse results that the cost the biomass represents 34% of those for diesel oil and reduced emission of CO2 by 22 tons / year.

Consequently, coupling of a convective dryer with a greenhouse ensures the use of a single producing thermal energy installation thus contributing to lower amortization costs of investments and if the producing thermal energy installation uses local biomass, in addition, significantly reduces the production costs and CO_2 emissions.

CONCLUZII

S-a analizat cuplarea energetică a unui uscător convectiv la instalatia termică a unei sere astfel încât instalația termică să fie utilizată tot timpul anului. Astfel se reduce costul total al investiției prin eliminarea depozitului de biomasă şi a centralei necesare pentru un uscător independent, ceea ce conduce la reducerea amortizarii specifice cu circa 50%.

S-a analizat prin experimente simulate încălzirea unui modul de seră de 200 m^2 cu motorină, GPL cât şi cu biomasă granulară care se arde într-un arzător conceput în UPB. Utilizarea biomasei reduce costurile pentru combustibil la circa 33% din cel pentru motorină şi reduce emisia de CO_2 cu 32 t/an.

Din încercările simulate cu modelul unui uscător convectiv USMER 30/60 alimentat cu energie termică de la instalația termică a serei rezultă ca costul biomasei reprezintă 34% din cel pentru motorină şi se reduce emisia de CO_2 cu 22 t/an.

Deci cuplarea unui uscător convectiv cu o seră asigură utilizarea unei singure instalații de producere a energiei termice, contribuind astfel la scăderea costurilor de amortizare a investițiilor, iar în cazul în care instalația de producere a energiei termice utilizează biomasă locală, în plus, se reduc semnificativ costurile de producție şi emisiile de CO_2.

REFERENCES

[1]. Adams S., Meyer G., Fitzgerald J., 2008 - *Biomass Heating in the Commercial Greenhouse*. University of Nebraska, Biological Sciences Engineering;
[2]. Badea A., ş.a., 2003 - *Equipment and thermal installations*, Technical Publishing House, Bucharest;
[3]. Garcia J. L., De la Plaza S., Navas L. M., Benavente R. M., Luna L., 1998 - *Evaluation of the Feasibility of Alternative Energy Sources for Greenhouse Heating*. J. agric. Engng Res. 69, 107-114;
[4]. Murad E., 2002 - *Energy production by gasification of renewable agricultural biomass*. INMATEH- 2002, Romania, Bucharest;
[5]. Murad E., Safta V.V., Haraga G., 2008 - *Modern corn grains burners - characteristics, economic and environmental performances*. HERVEX Symposium 2008, Călimăneşti;
[6]. Murad E., Safta V. V., Haraga G., 2009 - *Biomass regenerating source of thermal energy for drying installations,* Conference ISIRR, Hunedoara aprilie 2009;
[7]. Murad E., Safta V. V., Haraga G., 2009 - *The control of the convective drying processes of fruits and vegetables according to a model*, Conferinta U.T Ghe. Asachi, Iaşi, 22-23 octombrie 2009;
[8]. Murad E., Safta V. V., Haraga G., Sava A., 2009 - *Dispenser equipping the grain corn burners*. HERVEX Symposium 2009, Călimăneşti;
[9]. Murad E., Maican E., Haraga G., Biriş Ş S., 2011 -

BIBLIOGRAFIE

[1]. Adams S., Meyer G., Fitzgerald J., 2008 - *Încălzire cu biomasă în sere comerciale.* Universitatea din Nebraska, Ştiințe Biologice Inginereşti;
[2]. Badea A., ş.a., 2003 - *Echipamente şi instalații termice,* Editura Tehnică, Bucureşti;
[3]. Garcia J. L., De la Plaza S., Navas L. M., Benavente R. M., Luna L., 1998 - *Evaluarea fezabilității surselor alternative de energie pentru incalzirea serelor*. J. agric. Engng Res. 69, 107-114;
[4]. Murad E., 2002 - *Producerea de energie prin gazeificarea resurselor regenerabile de biomasă agricolă*. INMATEH- 2002, România, Bucureşti;
[5]. Murad E., Safta V.V., Haraga G., 2008 - *Arzătoare moderne de porumb boabe - caracteristici, performanțe economice şi ecologice.* Simpozion HERVEX 2008, Călimăneşti;
[6]. Murad E., Safta V. V., Haraga G., 2009 - *Biomasa sursă de regenerare a energiei termice pentru instalații de uscare*, Conferința ISIRR, Hunedoara aprilie 2009;
[7]. Murad E., Safta V. V., Haraga G., 2009 - *Controlul proceselor de uscare convective ale fructelor şi legumelor în conformitate cu un model*, Conferinta UT Ghe. Asachi, Iaşi, 22-23 Octombrie 2009;
[8]. Murad E., Safta V. V., Haraga G., Sava A., 2009 - *Dozator pentru echiparea arzătoarelor de porumb de boabe*. Simpozion HERVEX 2009, Călimăneşti;
[9]. Murad E., Maican E., Haraga G., Biriş Ş S., 2011 -

Greenhouse module heating with biomass, International Symposium, HORTICULTURE science, quality, diversity, harmony, USAMV Iasi, 26 to 28 May 2011;
[10]. Popovska-Vasilevska Sanja, 2007 - *Research on energy efficiency and availability of conditioning systems in greenhouses.* PhD thesis. Oradea University;
[11]. Ramírez-Arias A.,(1,2), Rodríguez F., Guzmán J.L., Arahal M.R., Berenguel M., López J.C., 2005 - *Improving efficiency of greenhouse heating systems using model predictive control*. *Copyright © 2005 IFAC*
[12]. Yildiz Ilhami, 1993 - *Simularea microclimatelor din sere şi a strategiilor de control al mediului folosind o pompă de căldură ciclică Rankine*, Disertație, Şcoala Universității de Stat din Ohio;
[13] Yildiz I., Stombaugh D.P., 2006 - *Dynamic Modeling of Microclimate and Environmental Control Strategies in a Greenhouse Coupled with a Heat Pump System*. Proc. IIIrd IS on HORTIMODEL 2006 Eds. L.F.M. Marcelis et al., Acta Hort. 718, ISHS 2006.

Modul de încălzire a serelor cu biomasă, Simpozionul Internațional, HORTICULTURA ştiință, calitate, diversitate, armonie, USAMV- Iaşi, 26-28 mai 2011;
[10]. Popovska-Vasilevska Sanja, 2007 - *Cercetări privind eficiența energetică şi disponibilitatea sistemelor de climatizare din sere*. Teză doctorat. Universitatea Oradea;
[11]. Ramírez-Arias A.,(1,2), Rodríguez F., Guzmán J.L., Arahal M.R., Berenguel M., López J.C., 2005 - *Îmbunătățirea eficienței sistemelor de încălzire din sere, utilizând un model predictiv de control*. Copyright © 2005 IFAC;
[12]. Yildiz Ilhami, 1993 - *Simulation of greenhouse microclimates and environmental control strategies using a Rankine cycle heat pump,* Dissertation, School of The Ohio State University;
[13] Yildiz I., Stombaugh D.P., 2006 - *Modelarea dinamică a microclimatului şi strategiile de control al mediului într-o seră cuplată cu un sistem de pompe de căldură*. Proc. III IS privind HORTIMODEL 2006 Eds. L.F.M. Marcelis ş.a., Acta Hort.. 718, ISHS 2006.

METHODOLOGY AND EQUIPMENTS USED FOR TRACKING OF CONDITIONING FACTORS IN A POTATOES WAREHOUSE
/
METODICA ŞI APARATURA PENTRU URMĂRIREA FACTORILOR DE CLIMATIZARE ÎNTR-UN DEPOZIT DE CARTOFI

Ph.D. Stud. Eng. Păunescu C.G.
- Universitatea Transilvania din Braşov -
Tel: 0268-472222; E-mail: catalin.paunescu85@yahoo.com

Abstract: *The object of experimental researches from this paper is a potatoes warehouse with an air mechanical ventilation system through a channel placed in the warehouse floor, these being the only way to adjust air humidity and temperature. The researches were made during December 2010 – April 2011, which is the maximum period for potatoes storage inside this kind of warehouse. This research purpose was to establish if this kind of warehouses , without automatic adjustment of the climatic factors, assures optimal conditions to store potatoes through the entire storing period. The equipment used for the experimental researches consisted in a infrared thermometer type 561 produced by Fluke company and a portable thermo-anemometer type VT 300 produced by KIMO company. There were considered useful for this researches the registration of climatic parameters variation inside the warehouse in a great number of points which to take into account the distance from the walls, the walls displacement, the warehouse height, the access door position etc. Also, there were registered these parameters and for the exterior atmosphere.*

The measurements were done every week at the same hour. It was found that the exterior climatic factors variation influences, in some way, their constant maintenance inside the warehouse.

Keywords: *climatic factors, measurement equipments, potatoes warehouse.*

Rezumat: *Obiectul cercetărilor experimentale din această lucrare este un depozit de cartofi cu sistem de ventilare mecanică a aerului printr-un canal amplasat în pardoseala incintei, aceasta fiind singura modalitate de reglare a temperaturii şi umidităţii aerului. Cercetările s-au desfăşurat în perioada decembrie 2010-aprilie 2011, adică pe toată durata existenţei cartofilor în depozit. Scopul acestei cercetări a fost acela de a se constata dacă în asemenea depozite fără sisteme automatizate de reglare a factorilor climatici se asigură condiţii optime pentru păstrarea în siguranţă a cartofilor pe toată durata de depozitare. Aparatura utilizată la cercetările experimentale a constat într-un termometru cu infraroşu tip 561 produs de firma Fluke şi un termo-anemometru portabil tip VT 300 fabricat de firma KIMO. S-au considerat utile pentru cercetările înregistrate variaţia parametrilor climatici în interiorul depozitului într-un mare număr de puncte care să ţină seama de distanţa faţă de pereţi, de aşezarea pereţilor, de înălţimea depozitului, de poziţia uşilor de acces etc. De asemenea, s-au înregistrat aceşti parametri şi pentru atmosfera din exteriorul depozitului.*

Măsurătorile s-au făcut la interval de o săptămână la aceeaşi oră. Se constată că variaţia factorilor climatici din exteriorul depozitului influenţează într-o oarecare măsură menţinerea constantă a acestora în interiorul unităţii

Cuvinte cheie: *aparate de măsurare, depozit pentru cartofi, factori climatici.*

INTRODUCTION

Warehouses for fruits and vegetables that exists worldwide are very different from a country to another depending on the climatic conditions, the economic possibilities, the production organization etc. The main classification criteria for warehouses are:

- after the storing conditions in the depositing space: without automatic adjustment systems for climatic parameters and with automatic adjustment system for climatic parameters;
- after the nature of the stored merchandise and the specific activities inside the warehouse during a year: specialized for different fruits or vegetables and universal(in which are stored many products);
- after the constructive type: mono-pavilions and multi-pavilions;
- after the dotage degree with machinery and technical equipments for climatic control, conditioning etc.: simple and improvised, which are not having any equipments and also, are not representing constructions adequate for storing technological request; specialized warehouses without equipments; modern warehouses which have an adequate construction and all the installations and equipments necessary;
- after the thermal solution used for the warehouse cells climatic control: with centralized installation; with individual installation for each cell;
- after the automating degree: without automatic installation; with installation which assures the

INTRODUCERE

Depozitele pentru legume şi fructe, existente pe plan mondial diferă foarte mult de la o ţară la alta în funcţie de condiţiile climatice, posibilităţile economice, organizarea producţiei, nivelul cunoştinţelor de specialitate etc. Principalele criterii de clasificare a depozitelor sunt:

- după modul de realizare a condiţiilor de păstrare în spaţiul în care se depozitează: fără posibilităţi de reglare a condiţiilor şi cu posibilităţi de reglare a condiţiilor de păstrare;
- după natura producţiei marfă depozitată şi specificul activităţii din depozit în decursul unui an: specializate pentru diferite legume sau fructe şi universale (în care se depozitează mai multe produse);
- după tipul constructiv: monopavilioane şi multipavilioane;
- după gradul de utilare cu maşini şi echipamente tehnice de climatizare, condiţionare, ambalare, manipulare etc.: simple şi improvizate (temporare), care nu dispun de utilaje şi nici nu reprezintă construcţii corespunzătoare cerinţelor tehnologice ale păstrării; depozite speciale fără utilaje; depozite moderne, de construcţie adecvată, care dispun de toate instalaţiile şi utilajele corespunzătoare;
- după soluţia termotehnică adoptată la climatizarea celulelor de păstrare: cu instalaţii centralizate; cu instalaţii individuale pe celule;
- după gradul de automatizate: fără instalaţii de automatizare: cu instalaţii care asigură măsurarea

determination of the parameters which are involved in the storing process; with installations which assures the monitor, the control and the automatic adjustment of the storing parameters.

The functional scheme of a warehouse provided with mechanical ventilation without climatic installations is presented in Figure 1. From de storing cells 1, the vicious air is aspired through the canal 2 and the pipe 3, by the ventilator 8. The fresh air is repressed by the ventilator 7, after was prior passed through the heat exchanger 6 and the humidifier 5. The ventilation and the recirculation regime is realized through the valves 4, which are manipulated by the command device 9 [1, 4].

(monitorizarea) parametrilor ce intervin în procesul de păstrare; cu instalații care asigură monitorizarea, controlul şi reglarea automată a parametrilor de păstrare.

Schema funcțională a unui depozit prevăzut cu ventilație mecanică fără instalații de climatizare este prezentată în figura 1. Din celulele de păstrare 1, aerul viciat este aspirat prin canalul 2 şi conducta 3, de către ventilatorul 8. Aerul proaspăt este refulat de ventilatorul 7, după ce în prealabil a fost trecut prin schimbătorul de căldură 6 şi umidificatorul 5. Reglarea regimului de ventilație şi de recirculare se realizează prin intermediul clapetelor 4, a căror manevrare se face prin dispozitivul de comandă 9 [1, 4].

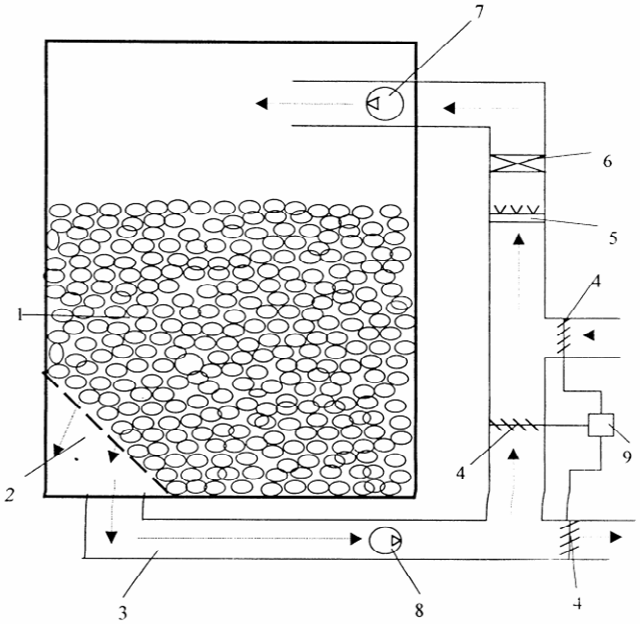


Fig. 1 – Ventilation installation scheme /
Schema unei instalații de ventilație

The advantages of the mechanic ventilation warehouses refers to: in the autumn months the warehouses can be used to potatoes pre-silage, which can be subdue to some drying through introducing an air flow of 15…18 ^{o}C, which contribute to wound healing and permits storing heights which can reach up to 4 m, permitting in this way a better space use; during summer the warehouse can be used to drying other agricultural products, especially the grains; is realized a judicious uniformity of temperature and humidity; the water condensation is avoided [3].

The disadvantages of the mechanic ventilation warehouses consists, on one hand in the fact that the storing parameters (temperature and humidity) can't be controlled, and on the other hand the air flow mix can't be adjusted properly.

For eliminating the heat, the carbon dioxide and the water emitted by the products which are stored in bulk is necessary that through the entire product mass to permanently pass a cold airflow. This supposes an air circulation system from floor to ceiling, uniform distributed in the products mass [2].

The mixing is realized in different proportions regarding the products temperature and humidity, so the airflow temperature which is introduced in the ventilation canals to be with maximum -0.5 ºC smaller. In specialized literature is recommended that the airflow temperature in the ventilation canals to be smaller that the products mass temperature with 3…6 ºC. Is important to determine the temperature inside the ventilation canals and regarding this data to operate the airflow admission flaps [5].

Avantajele depozitelor cu ventilație mecanică se referă la: în lunile de toamnă depozitele se pot folosi la preîncălzirea cartofilor, care pot fi supuşi unor uscări prin introducerea unui curent de aer de 15…18 ºC, care contribuie la vindecarea rănilor şi permite înălțimi de depozitare ce pot ajunge la 4 m, permițând în felul acesta o mai bună utilizare a spațiului; pe timpul verii depozitul poate fi folosit la uscarea altor produse agricole, în special a cerealelor; se realizează o uniformizare judicioasă a temperaturii şi umidității; se evită condensarea apei [3].

Dezavantajele depozitelor cu ventilație mecanică constau, pe de o parte în faptul că nu se pot controla parametrii de păstrare (temperatura şi umiditatea) şi, pe de altă parte, amestecul de aer nu se poate regla corespunzător.

Pentru eliminarea căldurii, a dioxidului de carbon şi apei degajate de produsele păstrate în vrac este necesar ca prin toată masa produsului să treacă permanent un curent de aer rece. Aceasta presupune un sistem de circulație a aerului de jos în sus, cât mai uniform distribuit în masa produsului [2].

Amestecul se realizează în proporții diferite în funcție de temperatura şi umiditatea acestora, astfel încât temperatura amestecului de aer introdus în canalele de ventilație să nu fie mai mică de -0,5 ºC. În literatura de specialitate se recomandă ca temperatura aerului din canalele de ventilație să fie mai scăzută decât cea din masa legumelor cu 3 ...6 ºC. Este important ca verificarea temperaturilor să se facă în canalele de ventilație şi în funcție de aceste date să se acționeze asupra clapetelor de admisie a aerului [5].

MATERIAL AND METHOD

The measurements were held in the period December 2010 – April 2011, covering in this way the entire period of potatoes existence in the National Institute of Research and Development for Potato and Sugar Beet- Brasov warehouse, in which the measurements were done.

To offer confidence to the measurements, these were done in every week at the same hour, each parameter being determined ten times and eliminating in this way the possible measurements errors.

The most important parameters in the case of this type of warehouse (temperature and humidity) were measured using a portable thermo-anemometer type VT 300 (fig. 2) manufactured by the French company KIMO. To this device were attached the following instruments: the anemometer with chatterbox which uses a Hall effect sensor (fig. 3); the hot wire anemometer which uses a thermo resistance with negative temperature factor; the hygrometer with capacitive element; the thermocouple penetration probe type SFP-K (fig. 4).

MATERIAL ŞI METODĂ

Măsurătorile s-au desfăşurat in perioada decembrie 2010 – aprilie 2011, acoperindu-se in acest fel toata durata existentei cartofilor in depozitul Institului Național de Cercetare si Dezvoltare pentru Cartof si Sfecla de Zahar-Braşov, in care s-au efectuat măsurătorile.

Pentru a oferi încredere măsurătorilor, acestea s-au efectuat în fiecare săptămână la aceeaşi ora, fiecare parametru fiind determinat de câte zece ori pentru a elimina în acest fel posibilele erori de măsurare.

Cei mai importanți parametri în cazul acestui tip de depozit (temperatura şi umiditatea), au fost măsurați folosind un termo-anemometru portabil de tip VT 300 (fig. 2) fabricat de firma franceza KIMO. La acest dispozitiv au fost ataşate următoarele instrumente: un anemometru cu morişcă care foloseşte un senzor cu efect Hall (fig.3); un anemometru cu fir cald care foloseşte o termorezistență cu factor de temperatura negativ; un higrometru cu element capacitiv; un termocuplu cu sonda de penetrare tip SFP-K (fig.4).

Fig.2 - VT 300 Portable Thermo-Anemometer/ *Termoanemometru portabil tip VT 300[6]*

Fig.4 - Thermocouple Penetration Probe Type SFP-K/ *Termocuplu cu sondă de penetrare tip SFP-K[6]*

Fig.3 - Anemometer type LV 107 / *Anemometru tip LV 107* [6]

The temperature of the airflow which is introduced by the ventilators through the perforated floor were measured with the anemometer type LV 107. Temperature and humidity are of great importance because they can compromise the potatoes situated near the ventilation holes. That is way it is recommended that before starting the ventilation system to measure the outside air temperature.

To eliminate the measurement errors of these parameters it was waited three minutes before the first determination. This time was considered sufficient so: the ventilation cycle was covered completely at least one time; the electric engine of the ventilator to reach the nominal power; the temperature of the air introduced through the perforated floor to be the real one and not the temperature

Temperatura aerului care este introdus de ventilatoare prin podeaua perforată a depozitului a fost măsurată cu un anemometru de tipul LV 107. Temperatura şi umiditatea sunt de o importanța majoră întru-cât ei pot compromite cartofii situați în apropierea gurilor de ventilare. De aceea, este recomandat ca înaintea pornirii sistemului de ventilare să fie măsurată temperatura aerului din exteriorul depozitului.

Pentru a elimina erorile de măsurare a acestor parametrii s-a aşteptat trei minute înainte de a se face prima determinare. Acest timp s-a considerat a fi suficient pentru ca: ciclul de ventilare sa fi fost parcurs complet cel puțin 1 data; motorul electric al ventilatorului sa fi ajuns la puterea nominala; temperatura aerului introdus prin podeaua perforată să fie cea reală şi nu cea existentă în

of the existing air before the ventilator start.

Also, there were measured the temperatures of the walls, the floor and the warehouse ceiling with a infrared thermometer type Fluke 568 (fig. 5).

canal înainte de pornirea ventilatorului.

De asemenea, au fost măsurate temperaturile pereților, a podelei si a tavanului depozitului cu un termometru de tipul Fluke 568 (fig. 5) ce măsoară temperatura în infraroşu.

Fig.5 -Fluke 568 Infrared Termometer/ *Termometru în infraroşu* [6]

This device is having a spectral response between 8…14 μm and it can measure temperatures between -50 ^{o}C …+850 ^{o}C with a accuracy of: ±5^{o}C from the displayed value in -50 ^{o}C …-20 ^{o}C interval; ±2^{o}C±1.5% from the displayed value in -20 ^{o}C …+200 ^{o}C interval; ±2^{o}C±2% from the displayed value in 200 ^{o}C …+538 ^{o}C interval; ±5^{o}C±3.5% from the displayed value in 538 ^{o}C …850 ^{o}C interval. The display resolution is of 0.1 ^{o}C [6].

RESULTS

Climatic factors values for each week in which the measurements were made where systemized and for each month was done their mediation. In table 1 are written the temperature values for walls, ceiling and warehouse floor and also the warehouse interior and exterior temperature. These parameters were measured every one meter and in table 1 was written their averages.

The data in table 1 were represented graphic in figure 6. In can be observed that although most measured elements varies in time, the warehouse inside temperature remains constant in December 2010 – March 2011 period, in April appearing a significant increase. So, when the exterior temperature increases over certain values the mechanical ventilation will be inefficient in assuring a constant and optimal temperature for potatoes storing.

The walls temperatures are influenced by their position and especially by the fact that the warehouse in which the measurements were made was having two walls, respectively the northern and southern ones, mutual with other warehouses. The western wall temperature in the smallest, fact explained by the aces door existence on this wall.

Acest dispozitiv are un răspuns spectral între 8…14 μm si poate măsura temperaturi în intervalul -50 ^{o}C …+850 ^{o}C cu o acuratețe de: ±5^{o}C din valoarea afişată în intervalul -50 ^{o}C …-20 ^{o}C; ±2^{o}C±1.5% din valoarea afişată în intervalul -20 ^{o}C …+200 ^{o}C; ±2^{o}C±2% din valoarea afişată în intervalul 200 ^{o}C …+538 ^{o}C ; ±5^{o}C±3.5% din valoarea afişată în intervalul 538 ^{o}C …850 ^{o}C. Rezoluția ecranului este de 0.1 ^{o}C [6].

REZULTATE

Valorile factorilor climatici pentru fiecare săptămână în care s-au făcut măsurătorile au fost sistematizate şi pentru fiecare lună s-a făcut o mediere a lor. In tabelul 1 sunt trecute valorile temperaturilor pereților, tavanului şi a podelei depozitului, precum si temperatura interioară şi exterioară a depozitului. Aceşti parametrii au fost măsurați din metru in metru iar în tabelul 1 au fost trecute mediile acestor valori.

Datele din tabelul 1 au fost reprezentate grafic în figura 6. Se poate observa că deşi majoritatea elementelor măsurate variază în timp, temperatura din interiorul depozitului rămâne constantă în perioada decembrie 2010-martie 2011, în luna aprilie apărând o creştere semnificativă a acesteia. Deci, în momentul în care temperatura exterioară creşte peste anumite valori, ventilarea mecanica nu mai poate asigura o temperatură constantă şi optimă depozitării cartofilor.

Temperaturile pereților sunt influențate de poziția acestora şi mai ales de faptul că depozitul în care s-au făcut măsurătorile avea doi pereți, respectiv cel nordic si cel sudic, comuni cu alte depozite. Temperatura peretelui vestic este cea mai mică, fapt explicabil de existenta uşi de acces pe acest perete.

Table 1 / *Tabelul 1*

Measured values of the climatic factors / *Valorile factorilor climatici masurati*

Measured Element/ Element măsurat	Months in which the measurements were made/ Lunile in care s-au facut masuratorile									
	December/ Decembrie		January/ Ianuarie		February/ Februarie		March/ Martie		April/ Aprilie	
	Temp. [^{o}C]	Humid [%]	Temp. [^{o}C]	Humid ,%	Temp. [^{o}C]	Humid [%]	Temp. [^{o}C]	Humid [%]	Temp. [^{o}C]	Humid [%]
Northern Wall/ *Perete nordic*	3.1 / *3,1*	-	2	-	1.9 / *1,9*	-	2.1 / *2,1*	-	10	-
Southern Wall/ *Perete sudic*	2.6 / *2,6*	-	1.7 / *1,7*	-	2	-	2.3 / *2,3*	-	10.4 / *10,4*	-
Eastern Wall/ *Perete estic*	3.2 / *3,2*	-	2	-	2.3 / *2,3*	-	2.5 / *2,5*	-	9.9 / *9,9*	-
Western wall/ *Perete vestic*	2.3 / *2,3*	-	1.5 / *1,5*	-	1.2 / *1,2*	-	1.8 / *1,8*	-	9.6 / *9,6*	-
Floor / *Podea*	4.7 / *4,7*	-	2.3 / *2,3*	-	2.7 / *2,7*	-	3.1 / *3,1*	-	9.6 / *9,6*	-
Ceiling / *Tavan*	4.2	-	1.2 / *1,2*	-	2.2 / *2,2*	-	2.8 / *2,8*	-	12	-
Interior / *Interior*	4	75	4.7 / *4,7*	78	4.1 / *4,1*	75.8 / *75,8*	3.8 / *3,8*	70	11.2 / *11,2*	60
Exterior / *Exterior*	2.1 / *2,1*	80	1.4 / *1,4*	84	2.2 / *2,2*	65	3.1 / *3,1*	76	8.6 / *8,6*	68

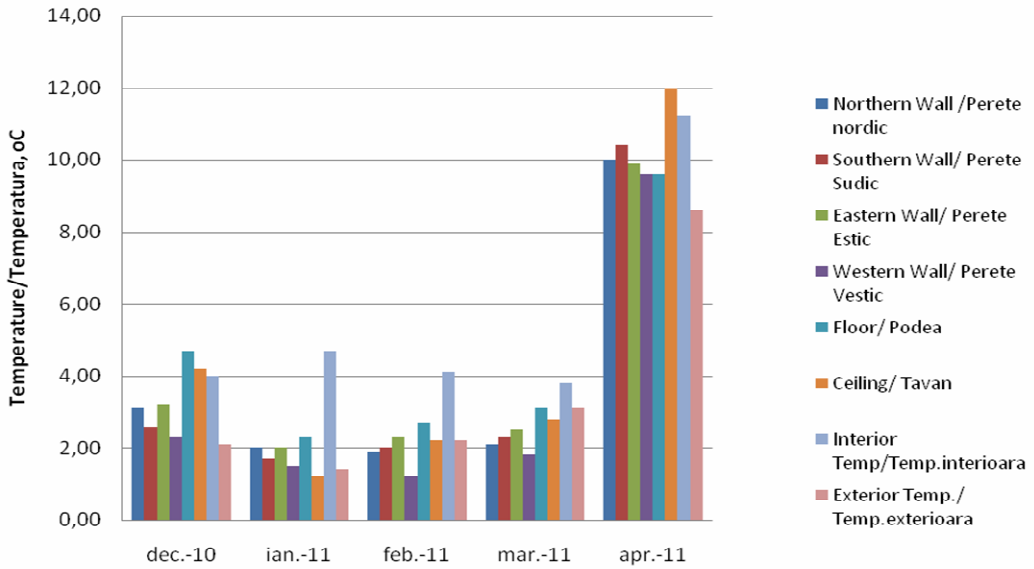


Fig.6 - Temperature variation during five months /
Variația temperaturii în ducursul a cinci luni

Another interesting aspect is the fact that, during winter the floor temperature is bigger than the ceiling temperature, but during the spring it reverses. This small ceiling temperature indicates its bad isolation and also, because it has the biggest surface from all the constructive elements, through the ceiling is lost the biggest heat quantity.

CONCLUSIONS

1. Excessive ventilation produces a strong products dehydration, which reduces their mass and commercial aspect. An insufficient ventilation does not permit temperature and humidity optimal maintenance and therefore it can be produced the total depreciation of the products through sprouting and rotting. For adjusting the humidity inside the cells when the exterior humidity is high, the ventilation is done only by recycling the interior air. In the case of low exterior humidity there are introduced wet mats, wet straw, bundles of rushes or trays with water inside the ventilation canal, or the floor and the ventilation canal are watered.

2. The practice had proven that in mechanical ventilation case the products situated in the upper part are having high temperature and humidity. To assure the ventilation uniformity in the products mass, the height to which the tuber are situated inside the cell must be as uniform as possible and the potatoes layer near the cell walls (where the air flow is done more easily) must be higher with 0.50 m than the rest of the cell.

3. In the case of climate similar to the one in Braşov area there can be stored in November-March period potatoes, or after case other fruits or vegetables which haves the same storing conditions as the tubers without being necessary the use o automatic system for adjusting the climatic factors. But with the arrival of spring, respectively of high temperatures these type of warehouses become inefficient and may compromise the entire stored mass of products during two-three days.

Acknowledgement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/6/1.5/S/ ID 59321.

Un alt aspect interesant este faptul că în timpul iernii temperatura podelei este mai mare decât temperatura tavanului, iar in timpul primăverii se inversează. Aceste temperaturi mici ale tavanului indică proasta izolare a acestuia şi totodată, având cea mai mare arie din toate elementele constructive ale depozitului, prin tavan se pierde cea mai mare cantitate de căldură.

CONCLUZII

1. O ventilație excesivă produce o deshidratare puternică a produselor, ceea ce le reduce atât cantitativ, cât şi aspectul comercial. O ventilare insuficientă nu permite menținerea temperaturii şi umidității corespunzătoare şi ca atare se produce deprecierea totală a produselor prin încolțire şi putrezire. Pentru reglarea umidității din celule, când umiditatea exterioară este ridicată, ventilarea se face numai prin recircularea aerului din interior. În cazul când umiditatea exterioară este scăzută se introduc rogojini ude, paie umede, snopi de papură sau tăvi cu apă în canalul de ventilare, sau se aplică stropiri ale pardoselilor în camerele de admisie şi canalele de ventilație.

2. Practica a dovedit că în cazul ventilației mecanice produsele situate în partea superioară au temperatura şi umiditatea mai ridicate. Pentru asigurarea uniformității ventilației în masa de produse, înălțimea la care sunt situați tuberculii în celulă trebuie să fie cât mai uniformă, iar stratul de cartofi de pe lângă pereții celulelor (pe unde scurgerea aerului se face cu mai multă uşurință) trebuie să fie mai ridicat cu circa 0,50 m față de restul celulei.

3. În cazul unei clime asemănătoare celei din zona Braşovului se pot depozita în perioada noiembrie-martie cartofi sau, după caz alte fructe sau legume care au condiții de depozitare asemănătoare cartofului fără a fi nevoie de sisteme automate de reglare a factorilor climatici. Însă odată cu venirea primăverii, respectiv a temperaturilor ridicate acest tip de depozite devin ineficiente şi pot compromite întreaga cantitate de produse depozitate în decursul a două-trei zile.

Acknowledgement

Această lucrare este sprijinită de Programul Operațional Sectorial de Dezvoltare a Resurselor Umane (SOP HRD), finanțat de Fondul Social European si de Guvernul României în carul proiectului numărul POSDRU/6/1.5/S/ ID 59321.

REFERENCES
[1]. Daou K., Wang R., Xia Z., (2006) - *Desiccant cooling air conditioning: a review*. RENEWABLE SUSTAINABLE ENERGY, Rev. 10;
[2]. Elsayed S., Miyazaki T., Hamamoto Y., Akisawa A, Ksahiwagi T. (2008) - *Performance analysis of air cycle refrigerator integrated desiccant system for cooling and dehumidifying warehouse*. Int. J. Refrigeration 31, 189-196;
[3]. Pesis E. (2005) - *The Role of Anaerobic Metabolites, Acetaldehyde and Ethanol, in Fruit Ripening, Enhancement of Fruit Quality and Fruit Deterioration.* Postharvest Biol Technol, 37, p 1-19;
[4].Tompkins A.J., Smith J.D. (1998) - *The Warehouse Management Handbook.* Tompkins Press Publishing House, 2 Edition;
[5]. Yin Y., Zhang X., (2008) - *A new method for determining coupled heat and mass transfer coefficients between air and liquid desiccant*. Int. J. Heat Mass Transf. 51, 3287-3297;
[6]. http://www.kimo.fr. Accessed:22.04.2011.

BIBLIOGRAFIE
[1]. Daou K., Wang R., Xia Z., (2006) - *Aer condiționat pentru răcire şi uscare: recenzie*, Revista ENERGIE SUSTENABILĂ REGENERABIIĂ. 10;
[2]. Elsayed, S., Miyazaki, T., Hamamoto, Y., Akisawa, A, Ksahiwagi T. (2008) - *Analiza de performanță a sistemului ciclului de refrigerare a aerului deshidratant integrat pentru răcire şi dezumidificare în depozit*, Jurnalul Internațional de Răcire 31, 189-196;
[3]. Pesis E. (2005) – *Rolul metaboliților anaerobi, acetaldehidelor si a etanolului, in maturarea fructelor, Ameliorarea calității fructelor şi deteriorarea acestora*. Postharvest Biol Technol, 37, p 1-19;
[4]. Tompkins A.J., Smith J.D. (1998) – *Manualul managementului depozitului.* Editura Tompkins Press, Ediția 2;
[5]. Yin Y., Zhang, X., (2008) - *O nouă metodă pentru determinarea coeficientului de căldură cuplată şi masa de transfer dintre aerul şi lichidul de desicare,* Jurnalul Internațional Tranferul Masei de Căldură, 51, 3287-3297;
[6]. http://www.kimo.fr. Accessed:22.04.2011.

ATMOSPHERIC EMISSIONS RESULTING FROM LAND APPLICATION MANURE
/
АТМОСФЕРНИ ЕМИСИИ В РЕЗУЛТАТ ОТ ПОВЪРХНОСТНО ВНАСЯНЕ НА ТЕЧЕН ОБОРСКИ ТОР

Prof. Ph.D. Marinova S., Assoc. prof. Ph.D. Pchelarova H., Assoc. prof. Ph.D. Toncheva R.
N. Poushkarov Institute of Soil Science, Sofia, Bulgaria
Tel. 00359879537374, E-mail: svetla_mar@mail.bg

Abstract: *During surface application, and in the process of bacterial hydrolysis, considerable quantities of nitrogen, after passing through ammonification, are liberated into the atmosphere as atmospheric nitrogen. The aim of this paper is to evaluate the quantities of nitrogen loss during application of these liquid wastes, as well as the main parameters which influence these losses. Model plant under natural conditions was used where using an aspirator unit and the quantity of gaseous nitrogen loss was determined. Series of factors were investigated. Some recommendations were made for decreasing atmospheric nitrogen losses up to 25% if immediately after sprinkling the fertilizer or manure plow down or cultivation in 8-10 cm depth is carried out.*

Keywords: *climate changes, fertilization rates, manure, nitrogen emissions.*

Резюме: *При повърхностното разпръскване на течен оборски тор от животновъдните ферми се наблюдават азотни атмосферни загуби. Целта на изследването е да се установи количеството на азотните загуби при повърхностно използване на течния оборски тор, както и факторите, които оказват голямо влияние върху тях. Използвана е моделна установка в естествени условия. С помощта на аспирационно устройство е определено количеството на азотните загуби. Разгледани са няколко фактора, влияещи върху тези загуби. За ограничаване загубите на азот до 25% се препоръчва непосредствено след разпръскване на течния оборски тор да се извърши заораване или култивиране на дълбочина 8 – 10 cm.*

Ключови думи: *климатични промени, норми на торене, оборски тор, азотни емисии.*

INTRODUCTION

In connection to global climatic changes, pollution of the atmosphere originates from various industrial and agriculture plants and farms. Thus, when the concentration of the stock breeding farming there are accumulated a lot of liquid manure, which can lead to environment and groundwater at improper storage. It is necessary to use this waster product as a fertilizer because it is rich in organic matter, macro- and microelements. One of the technological decisions is the surface dispersion of the manure from different farms. It is known, that under the influence of the bacteria and of the ferment *urease* the greatest part of the nitrogen in the liquid manure changes into the ammonium form, a form, which represents neutral compound, and which decomposes into CO_2, H_20 and NH_3. Many studies show [5], that the quantity of the ammonium nitrogen in the liquid manure during storage equals to about 43.6% for cattle, 60.4% for swine, and to 71.8% for birds.

The aim of this study is to determine the quantity of nitrogen losses during surface application of liquid manure and the factors, which influence these losses.

MATERIAL AND METHODS

In model studies at natural conditions with the help of aspiration system the quantity of the nitrogen losses in gaseous form were determined (fig. 1). The capture of the ammonium can be achieved with the help of the aspiration device, which is made up of three parts:

a) Covering device, which is placed on the dispersed manure. The device is placed at a small distance above the manure to allow air circulation.

b) The capturing device for the ammonium – Drechsler's glasses (second is control), loaded with 4% boric acid.

c) Vacuum pump, which can suck air without interruption. The air is located above the dispersed manure.

We have studied the following factors: condition of the soil surface (fallow land and crops with fused surface), fertilization rates, the level of solution with

УВОД

Във връзка с глобалните промени на климата се наблюдава замърсяване на атмосферата от редица промишлени и селскостопански предприятия. Така при концентрацията на животновъдството се натрупват големи количества течен оборски тор, който при неправилно съхранение може да доведе до замърсяване на околната среда и подпочвените води. Необходимо е този „страничен продукт" да се използва като тор, защото е богат на органични вещества, макро- и микроелементи. Едно от съвременните технологични решения препоръчва повърхностно внасяне на тора. Известно е, че под действието на уробактериите и фермента уреаза, значителна част от азота в течния оборски тор преминава в амонячна форма, представляваща неутрални съединения, разлагащи се на CO_2, H20 и NH_3. Редица изследвания показват [5], че количеството на амониевия азот в течния оборски тор през периода на неговото съхранение достига 43,6% общо при едрия рогат добитък, 60,4% - при свинете, 71,8% при птиците.

Целта на изследвнето е, да се установят количествените азотни загуби при повърхностно разпръскване на течен оборски тор и факторите, оказващи най-голямо влияние върху тях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В моделни опити в естствени условия с помощта на аспирационно устройство е опрделено количеството на газообразните азотни загуби (фиг. 1). Улавянето на излетелия амоняк се осъществява чрез аспирационно устройство, което се състои то 3 части:

а) Покривен съд, който се поставя върху разхвърляния тор.

б) Уловител на амоняка - дрекслерови стъкленици /втората е контрола/, заредени с 4% борна киселина.

в) Вакуумна помпа, засмукваща непрекъснато въздуха, намиращ се над разхвърляния тор.

Проследени са следните фактори: състояние на почвената повърхност (угар и култури със слята повърхност – ливади, пасища, треви), норми на торене,

water, kind of the soil etc.

For this experiment we use liquid manure from cattle farms in norm 10, 20 and 30 t/ha and water dilution ratio 1:1, 1:2 and 1:3. We also use liquid chicken manure at rate 20, 40, 60 and 80 t/ha and water dilution ratio 1:1, 1:3 and 1:6.

RESULTS

By the surface import of the liquid manure from cattle farms, over the territory with meadows, pasture land and long-year grasses, nitrogen losses reach 48% of the total content of nitrogen. The losses, which depend on application rates, are in the range of 5,12 – 24,03 kg/ha. In the conditions of fallow land, the nitrogen emissions are much lower –not exceeding 10% of the total content of nitrogen –starting at about 0,74 kg/ha and reaching 8,82 kg/ha (table 1).

степен на разреждане с вода на оборския тор и др.

Изследвани са течен оборски тор от едър рогат добитък при норми 10, 20 и 30 t/ha и различна степен на разреждане с вода – 1:1, !:2 и 1:3. Изследвани са и азотните загуби при повърхностно разпръскване на течен птичи тор при норми 20, 40, 60 и 80 t/ha и степен на разреждане с вода 1:1, 1:3 и 1:6.

РЕЗУЛТАТИ

При повърхностното внасяне на течния оброски тор от фермите за едър рогат добитък, върху територии, заети с ливади, пасища и многогодишни треви, загубите на азот зостигат до 48% от общото съдържание на азот. Тези загуби в зависимост от нормата на торене се намират в пределите на 5,12 - 24,03 kg/ha. В условия на угар, в атмосферата се отделя значително по-малко амоняк – не повече от 10% от общого азотно съдържание - от 0,74 до 8,82 kg/ha (табл. 1).

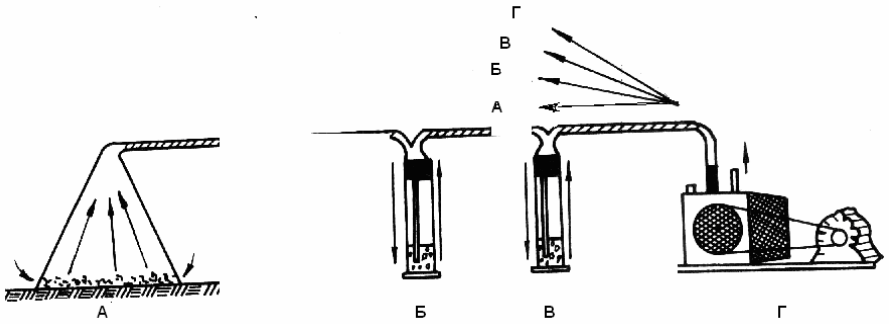


Fig. 1 Aspiration system for determining the amount of gaseous nitrogen losses /
Аспирационна система за определяне количеството на газообразните азотни загуби
Scheme for capturing of the ammonium: А. Б. В. Г.– variants for study:
А –glass cover; Б и В – drechsler's glasses with boron acid; Г –vacuum pump

Table 1 /*Таблица 1*

Water Dilution Ratio/*Степен на разреждане с вода*	Nitrogen Losses based on fertilization rates manure from cattle farms and soil surface conditions [Fallow Land and Grass Land / *Загуби на азот в зависимост от нормата на торене и състоянието на почвената повърхност* [kg/ha]					
	10 t/ha		20 t/ha		30 t/ha	
	Fallow/ *Угар*	Grass/ *Трева*	Fallow/ *Угар*	Grass/ *Трева*	Fallow/ *Угар*	Grass/ *Трева*
1:1	0.84 / *0,84*	5.12 / *5,12*	2.07 / *2,07*	14.94 / *14,94*	4.24 / *4,24*	24.03 / *24,03*
1:2	2.06 / *2,06*	5.02 / *5,02*	2.90 / *2,90*	12.75 / *12,75*	8.82 / *8,82*	18.04 / *18,04*
1:3	0.74 / *0,74*	5.02 / *5,02*	2.40 / *2,40*	12.79 / *12,79*	6.18 / *6,18*	18.03 / *18,03*

Nitrogen losses by plants with fused surface can be explained with the great surface of the evaporation and the low contact of the imported manure with the soil absorbing complex.

The level of dissolving of the liquid manure has no great influence over the character of the nitrogen losses, independent of them, that it is logical to expect greater decrease of the losses in the gaseous form with the increase of the quantity of water. Greater are the quantities of ammonium nitrogen, which can be sent into the atmosphere by surface dispersion of the chickens manure (table 2).

Големите азотни загуби при култури със слята повърхност се обясняват с голямата повърхност на изпарение и слабия контакт на внесения тор с почвения поглъщателен комплекс.

Степента на разреждане на течния оборски тор от промишлените ферми за едър рогат добитък не оказва съществено влияние на характера на азотните загуби, независимо от това, че е лотично да се очаква по-голямо намаление на газообразните загуби с увеличаване на количеството на водата. Значително големи количества амониев азот се отделят в атмосферата при повърхностно разпръскване на птичи тор (табл. 2).

Table 2 / *Таблица 2*

Water Dilution Ratio / *Степен на разреждане с вода*	Nitrogen Losses based on fertilization rates from chicken manure and soil surface conditions [Fallow Land and Grass Land] / *Загуби на азот в зависимост от нормата на торене и състоянието на почвената повърхност,* [kg/ha]							
	20 t/ha		40 t/ha		60 t/ha		80 t/ha	
	Fallow/ *Угар*	Grass/ *Трева*	Fallow/ *Угар*	Grass/ *Трева*	Fallow/ *Угар*	Grass/ *Трева*	Fallow/ *Угар*	Grass/ *Трева*
1:1	8.10 / *8,10*	21.19 / *21,19*	28.24 / *28,24*	30.67 / *30,67*	40.64 / *40,64*	46.46 / *46,46*	61.78 / *61,78*	76.29 / *76,29*
1:3	3.08 / *3,08*	2.22 / *2,22*	11.84 / *11,84*	8.55 / *8,55*	19.26 / *19,26*	10.25 / *10,25*	29.81 / *29,81*	23.66 / *23,66*
1:6	0.32 / *0,32*	1.58 / *1,58*	1.95 / *1,95*	2.5 / *2,50*	6.28 / *6,28*	2.75 / *2,75*	10.04 / *10,04*	6.15 / *6,15*

This can be explained by referring to the high content of dry matter and with the large values of the total nitrogen and ammonium nitrogen in the chicken manure. By increasing the manure application rates we strongly increase the losses of nitrogen and by the rate of 80 t/ha, we reach 7,629 kg. In this case the dilution by water has a great influence over the nitrogen losses. By the increase of the quantity of the water nitrogen losses decrease. Another characteristic, which is determined by surface dispersion of the chicken manure is that there are great differences in the losses of nitrogen under the conditions of fallow land and by the plants with fused land. This may be attributed to the high content of totally dry matter in the bird manure, for cases, fallow land and grasses, as the greatest part of the nitrogen remains at the surface and offers good potential for evaporation and drying.

The study of the dynamics of nitrogen losses shows, that by surface import of liquid manure, the losses are greater in the first 1-2 hours after application– in the middle data from the model experiments, the nitrogen losses in the first two hours are about 25-30% of the total. Gradually, the losses decrease and stop when the manure dries. This lasts 1-3 days and depends on the application rates, the soil moisture and the air temperature.

The results of the study confirm, that great quantities of the ammonium nitrogen fly away into the atmosphere by surface dispersion of liquid manure. The wind currents carry away the ammonium and pollute great areas around the farm.

In order to minimize nitrogen losses after application, we recommend the following actions. The nitrogen losses can be reduced even up to 25%, when directly after manure application, the field is ploughed or cultivating at a depth of 8-10 cm, and by greater depth of plough, practically there will be no losses of nitrogen.

When applying manure on grass, our recommendation is to wash it away with clear water, something which will drive the nitrogen in the soil rather than let it escape into the atmosphere. The quantities of the washing up water then should be increased by the increasing the application rate of the liquid manure. In this case the nitrogen losses are decreased as well as environmental pollution risk too.

CONCLUSIONS

1. The maximal quantity of the ammonium nitrogen liberated into the atmosphere by surface dispersion of liquid manure over meadows and pasture lands is relatively lower when applied to fallow land or to soil without plants.
2. An increase in the application rate of liquid manure, increases nitrogen emissions, and by increasing the water dilution ration of the manure with water, the nitrogen losses decrease.
3. In order to minimize losses of nitrogen we recommend ploughing the manure directly after its application. New technologies for deep import of the manure that will eventually limit nitrogen losses and save the environment from pollutions should be further investigated.

To specify limits associated with nitrogen losses, need further research under field conditions.

REFERENCES

[1]. Goldstein D.L. and E. Skadhauge (2000) - *Renal and extrarenal regulation of body fluid composition*. In: G.C. Whittow (ed.) Sturkie's avian physiology. p 265–297. Academic Press, San Diego, California.

[2]. Morse D. (1995) - *Environmental considerations of*

Това може да се обясни с високото съдържание на сухо вещество, а също и с високите стойности на общ и амониев азот в птичия тор. С величаване на нормата на торене, силно нарастват загубите на азот и при норма 80 t/ha достигат 7,629 kg. В този случаи, разреждането с вода оказва голямо влияние на азотните загуби. При увеличаване количеството на водата, азотните загуби намаляват. Друга особеност, установена при повърхностно разпръскване на птичия тор е, че няма съществени разлики в загубите на азот при условията на угар и култури със слята повърхност. Вероятно, това се обяснява с високото съдържание на абсолютно сухо вещество в птичия тор, поради което както върху угар, така и върху треви, значителна част от азота остава на повърхността и създава условия за изпарение и изсъхване.

Изучаването на динамиката на азотните загуби показва, че при повърхностно внасяне на течен оборски тор, те са най-големи в първите 1-2 часа след разпръскването - по средни данни от модални опити, азотните загуби съставляват в първите два часа 25-30% от общите. Постепенно те намаляват и се прекратяват при изсъхване на тора. Това продължава 1-3 дена и зависи от нормата на торене, влажността на почвата и температурата на въздуха.

Резултатите от изследванията потвърждават, че значителни количества амониев азот излитат в атмосверата при повърхностно разпръскване на течен оборски тор. Въздушните течения се смесват с амоняка и замърсяват обширни територии около фермата.

За ограничаване на азотните загуби се препоръчват редица мероприятия. Загубите на азота могат да се намалят до 25%, ако непосредствено след разхвърляне на течния оборски тор, се проведе заораване или култивиране на дълбочина 8-10 cm, а при по-голяма дълбочина на оранта, практически тези загуби изчезват.

При торене на треви, се препоръчва промиване с чиста вода, благодарение на което азота се филтрува с водата през почвата и се задържа от почвения поглъщателен комплекс. Количеството на промивната вода е необходимо да се увеличава, при увеличаване на нормата на течния оборски тор. По този начин азотните загуби намаляват и се предотвратява замърсяването на околната среда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Максимално количество амониев азот излита в атмосферта при повърхностно разпръскване на течен оборски тор върху ливади, пасбища и значително по-малко - върху угар /почва без растение/.
2. С увеличаване нормата на течния оборски тор, се увилачават азотните загуби, а при по-голямо разреждането на тора с вода азотните загуби намаляват.
3. За ограничаване на азотните загуби се препоръчва заорване на тора веднага след разхвърляне, промивни поливки и др. Необходимо е разработване на нови технологични схеми и решения, свързани с дълбоко внасяне на тора за ограничаване на тези загуби и опазване на околнат среда от замърсяване.

За да се посочат граници, свързани с азотните загуби, е необходимо продължаване на изследванията при полски условия.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Goldstein D.L. and E. Skadhauge (2000) - *Renal and extrarenal regulation of body fluid composition*. In: G.C. Whittow (ed.) Sturkie's avian physiology. p 265–297. Academic Press, San Diego, California.

[2]. Morse D. (1995) - *Environmental considerations of*

livestock producers. Journal of Animal Science 73:2733–2740.
[3]. Panetta D.M., W.J. Powers and J.C. Lorimor (2005) *Management strategy impacts on ammonia volatilization from swine manure*. Journal of Environmental Quality 34:1119–1130.
[4]. Summers J.D. (1993) - *Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets*. Poultry Science 72:1473–1478.
[5]. Xin H., H. Li, and Y. Liang (2005) - *Update on ammonia emission mitigation from laying hen facilities*. In: Iowa Egg Industry Symposium, Ames, IA. p 38–46.
[5]. Xin H., H. Li and Y. Liang (2005) - *Update on ammonia emission mitigation from laying hen facilities*. In: Iowa Egg Industry Symposium, Ames, IA. p 38–46.

livestock producers. Journal of Animal Science 73:2733–2740.
[3]. Panetta D.M., W.J. Powers and J.C. Lorimor (2005) *Management strategy impacts on ammonia volatilization from swine manure*. Journal of Environmental Quality 34:1119–1130.
[4]. Summers J.D. (1993) - *Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets*. Poultry Science 72:1473–1478.
[5]. Xin H., H. Li, and Y. Liang (2005) - *Update on ammonia emission mitigation from laying hen facilities*. In: Iowa Egg Industry Symposium, Ames, IA. p 38–46.
[5]. Xin H., H. Li and Y. Liang (2005) - *Update on ammonia emission mitigation from laying hen facilities*. In: Iowa Egg Industry Symposium, Ames, IA. p 38–46.

THE SETTLEMENT METHODS OF WATER PROBLEMS IN ARID CLIMATE ZONES / *ARID IQLIM ZONALARINDA SU PROBLEMLƏRININ HƏLLI YOLLARI*

Ph.D. Eng. Alovsat G.
Nakhchivan State University / Azerbaijan
Tel: 00 994502107136 ; E-mail: elovset_q@mail.ru

Abstract:

For thousand years the human being has been searching for more productive ways for utilizing ground and underground water sources. Moreover, humans living in the arid climate zones come across more challenges as they are obliged to underground water sources. They have met their water demands thanks to the kahrizes (underground water systems) which are ancient water systems erected as result of great works and the water wells. At present, underground waters are utilized in 44 countries through kahrizes.

Azerbaijan has undergone daily and irrigation water problems since long. The rivers passing through the country cannot be utilized as they are polluted by Armenia and Georgia. In Azerbaijan located in arid climate zone people have utilized underground water sources through kahriz systems since very ancient times. Until 1950s the demand of many cities and big settlements to daily and irrigation water had been met owing to over 1500 kahrizes. According to relevant calculations, more than 430 million m^3 ecologically clean water was used during a year. During Soviet time, namely starting from 1960s, most of these ancient water systems had been destroyed as result of indifference topwards these systems. Currently, 20-25% of the mentioned water is being used.

The aridity and climate shift occurred in the late 20th century made people to utilize the ancient water systems once more. Consequently, restorating the kahrizes the demand of people to daily and irrigation water was started to meet.

The basis for this endeavor is revitalization and improvement of "kankan" craftmanship which has primary role in construction and reservation of kahrizes. Therefore, the restoration of kahriz systems and dwelling of new kahrizes are held in pair with ecological works. These works are based upon new technologies and scientific innovations.

Keywords: *Kahriz, qanat, cancan, Azerbaijan, culture*

Xülasə:

Bəşəriyyət min illərdir ki, yerüstü və yeraltı sulardan daha səmərəli istifadə etmək yollarını axtarmaqdadır. Arid iqlim zonalarında yaşayan insanlar isə yalnız yeraltı su ümidinə qaldıqlarından daha çox çətinliklərlə qarşılaşırlar. Onlar suya olan tələbatlarını böyük zəhmət hesabına başa gələn qədim su sistemləri olan kəhrizlər və su quyuları vasitəsi ödəmişlər. Hazırda dünyanın 44 ölkəsində kəhriz vasitəsi ilə yeraltı sulardan istifadə olunmaqdadır.

Azərbaycan tarixən içməli və suvarma suyu problemi ilə yaşayan bir ölkədir. Ölkə ərazisindən keçən çaylar Ermənistan və Gürcüstan tərəfindən çirklənməyə məruz qaldığından istifadə oluna bilinmir. Arid iqlim zonasında yerləşən Azərbaycanda ta qədim zamanlardan başlayaraq yeraltı sulardan-kəhriz sistemləri vasitəsi ilə istifadə edilmişdir. XX əsrin 50-ci illərinə qədər 1500-dən çox kəhrizdən istifadə edilərək bir çox şəhərlər və iri yaşayış məntəqələrini içməli və suvarma suyu kəhrizlər ilə ödənilirdi. Hesablamalara görə il ərzində 430 mln. kub metr ekoloji təmiz sudan istifadə edilmişdir. Sovetlər sistemi dövründə, yəni XX əsrin 60-cı illərindən başlayaraq bu sistemlərə qarşı olan biganəlik nəticəsində qədim su sistemlərinin əksəriyyəti dağılmişdir. Hazırda qeyd olunan suyun 20-25 %-dən istifadə olunmaqdadır.

XX əsrin sonundan baş verən quraqlıq və iqlim dəyişikliyi insanları təkrar olaraq qədim su sistemlərinə müraciət etməyə məcbur etdi. Təsadüfi deyilki, Azərbaycanın bir çox bölgələrində kəhrizləri yenidən bərpa etməklə əhalinin içməli və suvarma suyu ilə tələbatı ödənməyə başlamışdır.

Bu işin əsası kəhrizlərin inşaasında və saxlanmasında əsas rola malik "kankanlıq" sənətinin yaşadılması və təkmilləşdirilməsi məsələsinin həllidir.

Ona görə ölkədə kəhriz sistemlərinin bərpası və yeni kəhrizlərin qazılmasına önəm verilmişdir. Ekoloji tədbirlərin həyata keçirilməsi fonunda kəhrizlərin yeni texnologiyalar və elmin nailiyyətləri əsasında aparlmasına başlanmışdır.

Açar sözlər: azərbaycan, kəhriz, ekoloji təmiz, içməli su, kankan

INTRODUCTION

Azerbaijan has an irrigative agricultural cultural, as the Near East and the Middle Asian. According to thefamous Geographic Strabon the plain of Azerbaijan was irrigated much better than Misir and Babilistan with the channels and other water systems. In the area of Azerbaijan where was less river network, the soil was rich and for the irrigation needs mainly used kahrizes[1,7]. Kahriz is called the ameliorative system which underground water which flow up by the result of creative activities of people. Kahriz is a miracle which was created by people. In a difficult work condition flowing out to the land this is the unity of science and experience. Kahriz systems of Azerbaijan, their activities and work process have not been learnt from the scientical point of view till today. Majority of Kahriz, reach Kahriz technology, high water using culture, Chaheriz digging experience affirmed that Azerbaijan is a place of ancient Chaheriz culture. The history of Kahriz usage in Azerbaijan is very ancient. In

GIRIŞ

Azərbaycan qədim suvarma əkinçiliyinə malik bir ölkə olub, bu sahədə Yaxın Şərq və Orta Asiya ölkələri ilə bir səviyyədə durur. Ölkədə suvarma əkinçiliyinin tarixini enolit dövrünə aid edirlər. Azərbaycanın münbit torpaqlaı olan ərazilərində su çatışmazlığı olduğuna görə burada irriqasiya işlərinə ehtiyac olduğundan kəhriz sistemləri mühüm rol oynamışdır. Kəhriz– insanın fəaliyyəti nəticəsində yeraltı suyun öz axını ilə yer səthinə çıxaran hidrotexniki qurğudur. O, insanın yaratdığı möcüzələrdən biridir. Kəhriz çətin şəraitdə yrin dərinliklərindən böyük təcrübələr və zəhmət nəticəsində yeraltı suyu yer səthinə çıxaran qurğudur. Azərbaycanda kəhriz sistemləri indiyə qədər öyrənilməmişdir. Aparılan tədqiqatlar onu göstərir ki, Azərbaycan kəhriz qazma texnologiyasına malik bir qədim ölkədir. 1938-ci ildə Gəncə şəhəri yaxınlığında, Şəmkir çayı vadisində arxeoloji qazıntı aparan İ.Y.Hümmel qədim şəhər qalıqları aşkar etmişdir. Bu qalıqların eramızdan əvvəl birinci əsrə aid olduğu təsdiq edilmişdir. Burada

1938 archeological digging in the valley of Shamkir river by I.Y Hummel affirmed that Kahrizes belong to first century BC. In the begging of our era also Kahriz found out in Gabala district [6]. According to famous geographer Strabon's writings plains of Azerbaijan was irrigated better than Babylonia and Egypt with aryk and other water sources. Today Kahriz have in forty-four countries of the world. The name of kahrizis(qanat) differentiated in each country. (Germany-"Kenel", North Italy-"Kande", Arabian and Yemen-"Shariz", North Africa-"Fugara" (foggare), Morocco-"khatara or rotara", Tunisia-"Kharija", Central and south America-"Galarea filtirante", Azerbaijan- "kahriz" ,Kazakstan-"kyariz", Turkmenistan "kyeriz", China(Urumchi)-"karez").

MATERIAL AND METHOD

The digging of Kahriz is about long time profession or profession of from generation to generation. According to tradition Kahriz was dug in foothills and river beds. There was a special cancan group for digging. Those groups consisted of from three or five person. Each person had a special work function. They were consisted of from head cancan, cancan assistant, sewerage, grinder and filler. They had special tools, for example: dolamachark, pick, felt spade (chalov), fill (which is preparing from cow leather), hook, rope and Shoulder underskirt [2,3,4]. Essence dig of the Kahriz is as the following, first of all cancan observe the territory and relief then he analyses existence of water and specified first well and dig it. It called "gumana" well. After digging of "gumana" well cancan started to dig additional wells. After digging 2-3 m the wheel placed on the well. After approximate depth they are starting undermining. For exact digging and giving coordination to head cancan they stretch tree to the mouth of well. Undermining is digging in a same size and level in each point of Kahriz. For this head cancan fill the bottle with water and put "gurucara" on the smooth wood. Keeping of Emptiness of air in the middle of "gurucar" is supplying cancan with exact digging. The come down cut sizes of Kahriz kurehs are changing width 0,65-0,70 m heights 0,75-1,20 m sometimes 1,40-1,60 m, depending on grunt digging features, water physical properties and mechanical structure. Ability of water heating of grunts are changing between 0,4-30m/d where the Kahrizes have spread. When head cancan undermine he put on heading which prepared from ship leather that guarded him from water and stone crumb. Laying works is carried out with the stone (saybend, salbend or sengebend) to prevent falling down. According to structure there are two types, "saya" and "saybendli". "Saya" have kept in natural form as tunnel digging. Burn walls of tunnel 120-130 sm height are laying with stone or dish brick and ceiling is closed with plate stone 60-65 sm distances are keeping between burn walls that need for cancans moving in kureh. The mouths of wells are laying with stone which is called "cahalagerdan", then its mouth was closed with plate stone. Cancan collected soil to dol and then dolkes carried out it to the bottom of well. According to length Kahrizes are divided into feeding and transit zones [pic.1]. The feeding zone covered total of kurehs and transit zone covered from end of Kahriz feeding zone till exit of Kahriz. Morfometric members of kahrizes are different. Length of their down cut is 20-50 sm and longest one is 3-5 km. Depending on from relief the distance between wells has changed. For example, 50-60 m in deep wells, 30-40 m in shallow and 5-10 m in feet.

kəhrizlərdən istifadə edilməsini coğrafiyaşünas Strabon da təsdiq edir. Strabonun yazdığına görə Azərbaycanın düzənmikləri arx və qeyri sular vasitəsi ilə Babilstan vəMisir torpaqlarından daha yaxşı suvarılırdı[1, 7]. Bu gün dünyanın 44-ə qədər ölkəsində əhrizdən istifadə qlunur. Dünyada kəhrizləri qanat adlandırılsada hər bir yerd onların fərdi adı mövcuddur. Məsələn, Almaniyada "Kenel", Şimali İtaliyada-"Kande", Ərəbistan və Yəməndə-"Shariz", Şimali Afrikada-"Fugara" (foggare), Mərakeşdə-"khatara или rotara", Tunisdə- "Kharija", Mərkəzi və Cənubi Amerikada - "Galarea filtirante" Azərbaycanda-"kəhriz", Qazaxstanda-"kyariz", Türkmənistan da-"kyəriz", Çində (Uyğurustanda)- "karez").

MATERIALLAR VƏ METODLAR

Kəhrizlərin qazilması nəsildən nəsilə keçən uzunmüddətli peşələrdən biridir. Ənənəyə görə görə kəhrizlər dağətəyi yelərdə, çay vadilərində qazılır. Qazma işi xüsusi kankan qrupu (4-5 nəfərdən ibarət) tərəfindən aparılır.Burada hər adamın öz vəzifəsi vardır. Onlar baş kankan, onun köməkçisi, dolkeş, çarxçı və fəhlədən ibarət olurlar. İşçi alətləri isə Kankan çarxı, dol, dolamaçarx, belçə, çiyinlik və s. aiddir [2, 3, 4]. Kəhrizin maraqlı vəçətin bir işdir. İlk öncə kankanbaşı ərzini "oxuyur", relyefi nəzərdən keçirir, burada suyun olub olmamasını müəyyən edir. Sonra "gümana" quyusunu qazmağa başlayır. 2-3 m qazdıqdan sonra suya çatanadək işi davam etdirir. Suyu əldə etdikdən sonra isə digər quyuların yeri müəyyən edilir, kürənin ölçüləri və istiqaməti dəqiqləşdirilir. Kankan su borusuna su əlavə etnəklə "gurucara"da mailliyi təyin edirlər.Qurucarda hava qabarcığının yuxarıda olması ilə qazma işinin dürüst yerinə yetirilməsinə nail olunur. Beləliklə kəhriz kürəsinin eni 0,65-0,70 m, hündürlüyü 0,75-1,20 m, bəzən 1,40-1,60 m olmaqla qruntların fiziki mexaniki xassələrindən asılı olaraq seçilir. Baş kankan xəta baş verəcək yerlərdə əlavə yardımçı tədbirlər həyata keçirməklə bərkitmə işlərini yerinə yetirir. Uçma təhlükəsi olan yerlərdə və ya aşağı düşən qruntun qarşısını almaq üçün daşdan (saybend, salbend və ya sengebend) hörgüdən istifadə olunur. Quruluşuna görə iki növ, "saya" və "saybendli" var. "Saya" tunel qazma təbii şəkildə qoruyub saxlamış formaya deyilir. Daş və ya bişmiş kərpic və tavan ilə çəkilişi olan tunel 120-130 sm hündürlükdə divarları hörgü daş ilə bağlanır. Kankanın kürədə hərəkəti üçün 60-65 sm məsafə qoyulur. Quyuların ağzına "cahalagerdan" adlanan daş çəkilişi, sonra onun ağızı dairəvi şəkilli daşla bağlanır. Kankan dol torpaq toplanmış və sonra da həyata altına keçirilir dolkes. Uzunluğu su hövzələri görə qidalanma və tranzit zonaları bölünür[Şək.1]. Kəhrizin uzunluğuna nəzər salsaq bu məsafəni iki yerrə qidalanma zonası və kureni əsasını təşkil edən və tranzit zonaya bölünür. Kahriz çıxışından qidalanma zonasına qədərki məsafə tranzit zona adlanır. Kəhrizin üzünlüğu və morfometric ölçüləri olduqca fərqlidir.Onların uzunluğu 20-50 m-dən 3-5 km arasında dəyişir. Quyu arasındakı məsafələrdə relyefdən asılı olaraq dəyişir. Məsələn, dərin kəhrizlərdə (quyulararası məsafə 50-60 m, dayaz yerlərdə isə 5-10 m-dən 30-40 m arasında dəyişir. Görülən işlər və onlarin təhlili Azərbaycanın yeraltı su hövzələri Kiçik Qafqazın dağətəyi zonasında, çayların vadilərində, tektonik gərginliyə məruz qalmış zonasında və gətirmə konuslarında rast gəlinir.

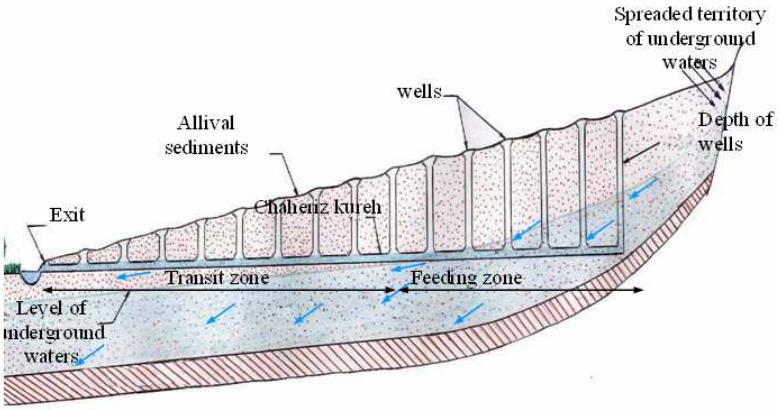


Fig. 1 - Scheme of feeding zones of Kahrizes / *Şək.1-Kəhrizin sxematik təsviri*

RESULTS

Kahrizes are encountered in little Caucasus, bring cones of the rivers and in tectonic zones in Azerbaijan.

According to investigations the feeding process of kahrizes in Azerbaijan divided to the following groups.

1. Feeding from underground waters.
2. Narrowed cuts of valleys of the river.
3. Bring cones of the river.
4. Kahrizes which are feeding from underground flows.

There are following superior sides using from Kahriz.

-Kahriz which does not use from any energy source, mechanism have been source of ecological clean, reliable water and supplied population with drinkable water.

-It has ability of to give continuous water with less repair expenses.

-Being of Kahrizes heritable monuments proved that people have high water using culture.

-Kahrizes are concerned to ameliorative systems which water usage efficient is 0,95-0,97

-When Kahriz has stopped its activity it caused serious ecological changes in surround territories.

Underground water regime changes, ecological balance distributes, and level of grunt waters is approach to the land. Soon bog and repetition salted of the land happens. Current world of animal and plant perishes. Dirtiness happens in water as a result of mixing underground waters with surface waters. Apparently collapse of Chaherizes is resulting with water losing. According to calculations in 1995 total water discharge of 356 (three hundred and six) kahriz were 2,722 m^3 /s in Nakhchivan AR. Today this quantity is more than ten times from Uzunoba water store and seven times from Sirab water store. In the middle of 20^{th} century kahriz office has activated in SAWNA and all documents have collected and documented. In 2004 under the control of SAWNA the kahriz Department was formed [5]. According to information which was showed in the above in 1974 decreases activity of kahrizes caused to bog and repetition salted of the land. Irrigation has been implemented with kahrizes where the net of river is weak in Azerbaijan. Till the 20^{th} century kahriz was main irrigation water in Azerbaijan. 885 kahriz has been active in 1938 in Azerbaijan and their water discharges were 13,354 m^3 /s. Having of rich underground water of Azerbaijan territory there are 899,36 mil m^3 water sources. Today Kahrizes are covering twenty or thirty percent of Azerbaijan's underground water. It turns out that if Chaherizes can renovate its potential will be available.

Araşdırmalara görə, Azərbaycanda kəhriz sistemləri qidalanma mənbələrinə görə aşağıdakı qruplara bölünür:

1. Yeraltı sulardan qidalanma.
2. Çayın vadilərinin daralmış en kəsiklərində.
3. Çayın gətirmə konuslarında olan sulardan.
4. Dağətəyi ərazilədə əmələ gələn yeraltı axınlardan qidalanma.

Kəhrizlərdən istifadənin aşağıdakı üstün tərəfləri var:

-Hər hansı bir enerji mənbəyindən, mexa nizm istifadə etmir.

-Kəhriz ekoloji təmiz, etibarlı və əhalini içməli su ilə təmin edən su mənbəyi olmuşdur.

-Daha az təmir xərclə fasiləsiz su vermək qabiliyyəti var.

-Kəhriz qədim irs abidələri olub burada yaşayan insanların nə qədər yüksək mədəniyyət sahibləri olduğunu sübut edən qurğudur.

-Kəhrizlər sudan istifadə səmərəli istifadə əmsalı 0,95-0,97 olan meliorativ sistemlərə aiddir.

-Kəhrizlərin fəaliyyətini dayandıqda ərazilərdə ciddi ekoloji dəyişikliklər baş verə bilir.

Nəticədə yeraltı su rejiminin dəyişikliklər, ekoloji tarazlığın pozulması və duzlu qrunt sularının səviyyəsi torpaq səthinə yaxınlaşması baş verir. Tezliklə torpaqda bataqlıq və duzlu təkrar şorlaşma yaranır. Heyvan və bitki aləmi yaranmış dəyişikliyə dözməyərək yenisi ilə əvəz olunur. Səth suları ilə yeraltı suların qarışdırılması nəticəsində kəhriz sularıında kirlilik artır.Göründüyü kimi kəhrizlərinsıradan çıxması su itkisi ilə nəticələnir. Bataqlıq və təkrar şorlaşmış torpaqların duzlu səbəb su hövzələri 1974 azalır fəaliyyətində yuxarıda göstərdi olan məlumata gör. Kəhrizlə suvarma Azərbaycan çay şəbəkəsi zəif inkişaf edən yerlərdə həyata keçirilir. 1995-ci Naxçıvan MR-də ümumi su sərfi in hesablamalarına görə 356 kahrizin su sərfi 2,722 m3 / s idi. Bu gün bu miqdarı Sirab və Uzunoba su anbarlarından yeddi və on dəfədən artıq deyil. 20-ci əsrin ortalarında kahriz ofisinin SAWNA götürün və bütün sənədləri toplanılır və sənədləşdirilmiş var. 2004-cü ildə SAWNA nəzarəti altında kahriz İdarəsi yaradılmışdır [5]. XX əsrin əvvələrinə qədər Azərbaycanda kəhriz əsas suvarma suyu idi. 1938-ci ildə Azərbaycanda 885 kəhriz fəaliyyət göstərir və onların sularının miqdarı saniyədə 13,354 m^3 / s olmuşdur. Bu gün Azərbaycanın yeraltı su ehtiyyatından kəhriz vasitəsi ilə istifadə u hövzələri iyirmi ilə otuz faizi əhatə edir. Əgər kəhrizləri bərpa etsək onların potensial imkanı olduqca böyük olacaq [Cəd.1].

Table 1 / ***Cədvəl 1***

Statistics of qanats in different regions of Azerbaijan / ***Azərbaycan Respublikasında kəhrizlərdən istifadə***

	Regions / ***Rayohlar***	**Number /** ***sayı***	**Water discharge l/sec** ***Suyun sərfi l/s***	**Length, km /** ***Uzunluq, km***	**Number of wells /** ***Quyuların sayı***
1	Gazakh / *Qazax*	8	97	17.710 / *17,710*	530
2	Tovuz / *Tovuz*	5	297	12.719 / *12,719*	361
3	Shamkir / *Şəmkir*	29	842	14.926 / *14,926*	734
4	Ganja / *Gəncə*	103	2500	166.829 / *166,829*	7062
5	Goranboy / *Goranboy*	20	261	21.644 / *21,644*	693
6	Barda / *Bərdə*	45	1428	40.051 / *40,051*	2024
7	Yevlakh / *Yevlax*	4	150	3.759 / *3,759*	222
8	Tartar / *Tərtər*	2	54	1.143 / *1,143*	49
9	Agdam / *Ağdam*	105	2040	112.424 / *112,424*	3908
10	Agjabedi / *Ağcabədi*	68	1618	124.278 / *124,278*	4630
11	Fizuli / *Fizuli*	71	603.75 / *603,75*	37.830 / *37,830*	1491
12	Jabrail / *Cəbrayıl*	111	1099.5 / *1099,5*	59.311 / *59,311*	2234
13	Montain Garabakh / *Dağlıq Qarabağ*	52	134	20.181 / *20,181*	887
14	Sharur / *Şərur*	99	203.6 / *203,6*	21. 974 / *21,974*	903
15	Babek / *Babək*	86	1365.5 / *1365,5*	31.714 / *31,714*	1058
16	Shabuz / *Şahbuz*	4	100	1.042 / *1,042*	29
17	Abragunus / *Əbrəqunis*	5	50	1.533 / *1,533*	43
18	Ordubad / *Ordubad*	68	528.5 / *528,5*	31.940 / *31,940*	992
	Total / *Cəmi*	885	13535.9 / *13535,9*	721.008 / *721,008*	27850

CONCLUSIONS

At present no any new technology uses in Kahriz renovation. Most of them are ancient tools. Old cancans can use these tools easily. At present the renovation of Kahriz es are actual problem. Before renovation using of tools and methods did not be postponed. Observations showed that new technology should use in renovation. Then work process will be fast and efficient. Today we should think about new technology and new methods in Kahriz renovation. It has proved that the Kahriz is a cheapest water source from economical point of view.

From this reason maintenance and digging of new Kahriz es are keeping its actuality.

REFERENCES:

[1]. Azizov Q. and H. Aliyev, (2001) - "*Irrigation History of Azerbaijan*", Baku, p.102 (in Azerbaijan language)
[2]. Gazvini G. (1983) - "*Nuzxat Al Kulub*", Baku, (in Russian language);
[3]. Guliyev A.G., (2003) - "*The roles of Nakhchevan Kahriz System on the old agricultural and urbanization process*", Scientific Articles of Nakhchevan State University, No10, p.68-70 (in Azerbaijan language);
[4]. Guliyev A.G., (2007) - *Kyarizes are pure wather sources from ecological point of view.,* Proseding of the international congress: ekology , economy. Baku. 7-9 June, pp. 376-379.
[5]. Mammadov Q.Sh. (2007) - *Socio-economic and ecological bases of rational use of land resources of Azerbaijan. Baku*. 854 pp. (in Azerbaijan language);
[6]. Hummel Y. H., (1939) - *"Excavation report near by the Kirovabad in 1938*", Az FAH USSR, No3, p.66 (in Russian language)
[7]. Strabon, "Geography", F.G.Mishenko translation, M, (1879) - (in Russian language)

This work was supported by the Sciens Development Foundation under the president of the Republic of Azerbaijan
Grant № EIF-2011-1(3)-82/43/2

NƏTİCƏLƏR

Hal-hazırda hər hansı kahriz bərpa işlərində heç bir yeni texnologiyadan istifadə edilmir. Onların əksəriyyətində qədim alətlərdən istifadə edilir. Köhnə kəhrizləri bərpa etməklə bol su əldə etmək olar. Hal-hazırda kəhrizlərin bərpası və təmiri aktual problem olaraq qalmaqdadır. Alətlərdən və bərpa üsullarından istifadə etməzdən öncə lazımi tədbirlər həyata keçirilməlidir. Müşahidələr göstərirki, kəhriz təmirində yeni texnologiya istifadə edilməlidir. Bundan sonra iş prosesi sürətli və səmərəli olacaq. Bu gün biz kəhrizləri təmirinin yeni texnologiya və yeni üsulları haqqında düşünməliyik. Kəhriz iqtisadi baxımından ucuz bir su mənbəyi olduğunu sübut etmişdir.

Bu səbəbdən yeni kəhrizləri qazılması və ya köhnə kəhrizlərin bərpası öz aktuallığını saxlamaqdadır.

ƏDƏBIYYAT

[1]. Əzizov Q. və Əliyev H.," Azərbaycanda suvarmanın tarixi", Bakı 2001, s.102
[2]. Qəzvini H., (1983) - "*Nusxat al klub*", Bakı, (rus dilində);
[3]. Quliyev Ə.G., (2003) - *Naxçıvan kəhriz sistemlərinin kənd təsərrüfatında və əhalinin məskunlaşmasında rolu*. Naxçıvan Dövlət Universitetinin elmi əsərləri, No10, s.68-70;
[4] Quliyev Ə.G., (2007) - *Kəhrizlər etibarlı və ekoloji təmiz su mənbəyidir. Ekologiya ekonomikasına aid Beynəlxalq konqresin materialları*, Bakı. 7-9 İyun, s. 376-379.
[5]Məmmədov Q.Ş. (2007) - *Azərbaycan torpaqlarının sosial iqtisadi, ekoloji və səmərəli istifadənin əsasları. Bakı.* s. 854;
[6] Hümmel Y.H., (1939) - *"1938-ci ildə Kirovabad şəhəri yaxınlığında arxeoloji qazıntılara dair hesab*at. Azərbaycan SSR EA Xəbərləri N 3, s. 66 (rus dilində)
[7] Strabon, "Coğrafiya", F.G.Mişenkonun tərcüməsi, Moskva, (1879) - (rus dilində)

Bu məqalə Azərbaycan Respublikası prezidenti yanında elmin inkişafına yardım fondunun köməyi ilə yerinə yetirilmişdir.
Grant № EIF-2011-1(3)-82/43/2

BACTERIOLOGY AND SANITARY STATUS OF WATER ACCUMULATION IN ĆELIJE WATER CATCHMENT AREA
/
BAKTERIOLOŠKI I SANITARNI STATUS VODE AKUMULACIJE ĆELIJE NA MESTU VODOZAHVATA

Ph.D. Ćirić S., Ph.D. Knežević J., Mr.Sc. Andjelković S.
University of Priština, Faculty of Agriculture
Tel: +381 64 166 46 91; E-mail: slavica.ciric@open.telekom.rs

Abstract: *The aim of this work was to determine bacterial load of Accumulation Ćelije (central Serbia) at the catchment site on the basis of microbiological indicators of water quality. By the cultivation bacteriological analysis, the twenty-eight percent of water samples were marked as incorrect according to the Serbian law. This water was classified in the group of maximum clean waters according to the mean value of acridine orange direct bacterial count ($2.24x10^6$ bacteria/ml). In the number of total coliform bacteria, faecal coliforms were as high as 81%. The count of sulphate-reducing anaerobes exceeded the value prescribed by the law in 96% of the samples. Their presence along with faecal coliforms indicates the constant and long-term faecal contamination of drinking water source. The most frequent identified bacteria species confirm this statement. The ratio of faecal coliforms and faecal streptococci showed that the most common cause of faecal pollution (in almost 80% of samples) was a combination of both human and animal waste.*

Keywords: *accumulation, bacteria, water quality, sanitary and bacteriological indicators.*

Rezime: *Cilj ovog rada bio je da se na osnovu mikrobioloških pokazatelja kvaliteta vode utvrdi bakteriološka opterećenost akumulacije Ćelije (centralna Srbija) na mestu vodozahvata. Kultivaciona bakteriološka analiza pokazala je neispravnost 28% uzoraka vode prema srpskom zakonu. Srednja vrednost ukupnog broja bakterija ($2,24x10^6$ bakterija/ml), dobijenog direktnom metodom nakon bojenja akridin oranžom, svrstava ovu vodu u maksimalno čiste. U okviru brojnosti ukupnih koliformnih bakterija, fekalni koliformi čine čak 81%. Broj sulfitoredukujućih anaeroba prevazilazi vrednost propisanu zakonom u 96% uzoraka. Njihovo istovremeno prisustvo sa fekalnim koliformima ukazuje na konstantno i dugoročno fekalno zagađenje ovog izvorišta vode za piće. U prilog tome govore i najčešće identifikovane vrste bakterija. Odnos fekalnih koliforma i fekalnih streptokoka pokazuje da je najčešći uzrok fekalne kontaminacije (u skoro 80% uzoraka) kombinacija humanog i animalnog otpada.*

Ključne reči: *akumulacija, bakterije, kvalitet vode, sanitarni i bakteriološki pokazatelji.*

INTRODUCTION

In the Republic of Serbia there are over 150 hydroaccumulations with different uses. The primary use is water supply, followed by electric energy, tourism, recreation, fishing etc. These lakes were a subject of various studies, and the results have shown an increase in trophic degree [8].

The Accumulation Ćelije represents one of the largest hydroaccumulations at the territory of Republic of Serbia. Accumulation was formed in 1979 on River Rasina, 30 km from the town of Kruševac (central Serbia).

It is a typical hill-mountain accumulation lake with complex morphometrics. It is 10 km long with elongated shape (figure 1).

The average depth of the Accumulation is 12.3 m, and the average duration of water changes is 79 days. The water from this Accumulation is used as water supply for the town of Kruševac and surrounding settlements.

The analyses have shown that Ćelije belongs to mesotrophic ecosystems with a strong influence of anthropogenous factor.

Together with sewage, pathogenic microorganisms, mainly those of the alimentary tract, which may cause epidemics of dangerous consequences, are introduced to surface waters.

A possibility of human waterborne infection enforces a continuous sanitary and bacteriological control of drinking waters, in swimming pools as well as in surface water accumulations [6].

The aim of this paper is to determine the degree of contamination and the sanitary and bacteriological state of the Accumulation Ćelije at the area of water intake.

UVOD

U Republici Srbiji postoji više od 150 hidroakumulacija koje imaju različite namene. Primarna uloga im je vodosnabdevanje, a zatim i proizvodnja električne energije, turizam, rekreacija, ribolov itd. Ova jezera su bila predmet brojnih istraživanja, pri čemu su rezultati pokazali povećanje stepena trofičnosti [8].

Akumulacija Ćelije predstavlja jednu od najvećih hidroakumulacija na teritoriji Republike Srbije. Akumulacija je formirana 1979. godine na reci Rasini, 30 km udaljena od grada Kruševca (centralna Srbija).

Ćelije je tipično brdsko-planinsko akumulaciono jezero složene morfometrije. Dugačko je 10 km i ima izdužen oblik (slika 1).

Prosečna dubina akumulacije iznosi 12,3 m, a prosečno trajanje izmene vode je 79 dana. Voda iz ove akumulacije se koristi za vodosnabdevanje grada Kruševca i njegove najbliže okoline.

Ranija ispitivanja su pokazala da akumulacija Ćelije pripada mezotrofnim ekosistemima sa izraženim uticajem antropogenog faktora.

U površinske vode se zajedno sa otpadom unose i patogeni mikroorganizmi, uglavnom vrste koje naseljavaju digestivni trakt i koje mogu da izazovu epidemije sa ozbiljnim posledicama.

Postojanje mogućnosti za širenje humanih infekcija izazvanih vodom nameće potrebu redovne sanitarne i bakterioloske kontrole vode za piće, vode u bazenima za plivanje, kao i u površinskim vodenim akumulacijama [6].
Cilj ovog rada je da se odredi stepen zagađenosti kao i sanitarni i bakteriološki status akumulacije Ćelije na mestu vodozahvata.

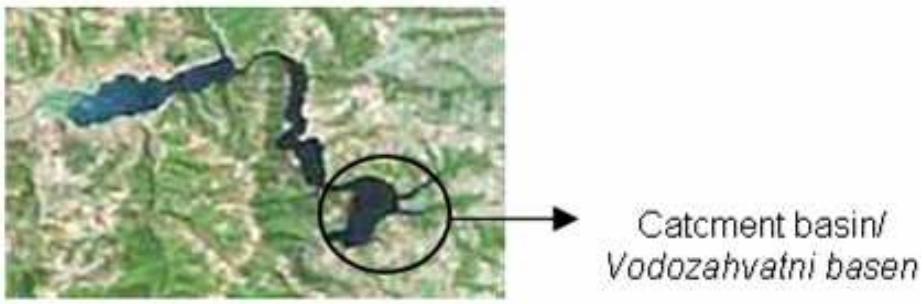


Fig. 1 - Accumulation Ćelije / *Akumulacija Ćelije*

MATERIAL AND METHODS

Microbiological examination of Accumulation Ćelije was carried out once a week for one year. Samples were taken at the Kruševac waterworks catchment area (figure 2). This is water from the Catchment basin of Ćelije (figure 1), from a depth of 20 m.

Microbiological studies comprised the following analyses:

- mesophilic bacteria count (CFU/ml) on R2A medium (Merck, Germany) at 37 °C after 48 h incubation (M);
- psychrophilic bacteria count (CFU/ml) on R2A medium at 20 °C after 72 h incubation (P);
- total bacterial count (bacteria/ml) using epifluorescence microscope after filtration of water samples stained with acridine orange [4] (Acridine Orange Direct Count - AODC);
- total coliforms (TC) count (MPN/100 ml) on Eijkman medium (Merck, Germany) at 37 °C after 48 h incubation;
- faecal coliforms (FC) count (MPN/100 ml) on Eijkman medium at 44.5 °C after 24 h incubation;
- faecal streptococci (FS) count (MPN/100 ml) on Slanetz and Bartley medium with sodium azide and crystaline violet at 37 °C after 72 h incubation;
- sulphite-reducing anaerobes (SA) count (MPN/100 ml) on sulphate agar (Torlak, Belgrade) at 37 °C after 48 h incubation;
- identification of species was performed using biochemical tests (cytochrome oxidase test, sugar fermentation test, mobility, and fermentation of mannitol, urea hydrolysis, indole production, production of acetyl-methyl carbinol - Voges Proshauer) [2].

Raw water quality estimation was performed according to the different systems of categorization, on the basis of M/P index and FC/FS ratio, and by comparing the results with the maximum allowable values prescribed by the Serbian law [11].

MATERIJAL I METODE

Mikrobiološka ispitivanja akumulacije Ćelije vršena su jednom nedeljno u toku jedne godine. Uzorci vode su uzimani na mestu vodozahvata kruševačkog vodovoda (slika 2). To je voda koja potiče iz vodozahvatnog basena akumulacije (slika 1), sa dubine od oko 20 m.

Mikrobiološke analize su obuhvatale:

- broj mezofilnih bakterija (broj kolonija/ml) na R2A podlozi (Merck, Germany) na 37 °C nakon inkubacije od 48 h (M);
- broj psihrofilnih bakterija (broj kolonija/ml) na R2A podlozi na 20 °C nakon inkubacije od 72 h (P);
- ukupan broj bakterija (broj bakterija/ml) pod epifluorescentnim mikroskopom nakon filtracije uzoraka vode obojenih akridin oranžom [4] (Acridine Orange Direct Count - AODC);
- broj ukupnih koliforma (TC) (MPN/100 ml) na podlozi Eijkman (Merck, Germany) na 37 °C nakon inkubacije od 48 h;
- broj fekalnih koliforma (FC) (MPN/100 ml) na podlozi Eijkman na 44,5 °C nakon inkubacije od 24 h;
- broj fekalnih streptokoka (FS) (MPN/100 ml) na Slanetz i Bartley podlozi sa Na-azidom i kristal violetom na 37 °C nakon inkubacije od 72 h;
- broj sulfitoredukujućih anaeroba (SA) (MPN/100 ml) na sulfatnom agaru (Torlak, Beograd) na 37 °C nakon inkubacije od 48 h;
- identifikacija vrsta izvršena je primenom biohemijskih testova (citohrom-oksidazni test, test fermentacije šećera, pokretljivost, fermentacija manitola, hidroliza uree, produkcija indola, produkcija acetil-metil karbinola - Voges Proshauer) [2].

Procena kvaliteta sirove vode izvršena je primenom različitih sistema kategorizacije, na osnovu indeksa M/P i odnosa FC/FS, kao i upoređivanjem dobijenih rezultata sa maksimalno dozvoljenim vrednostima propisanim srpskim zakonom [11].

Fig. 2 - The raw water sampling site / *Mesto uzorkovanja sirove vode*

RESULTS AND DISCUSSION

The results of cultivation and direct bacteriological analysis are shown in figure 3. The number of mesophilic bacteria ranged from 39 CFU/ml to 1,157 CFU/ml, depending on the season. Maximum count of aerobic mesophilic bacteria which is allowed for open drinking water sources is 300 CFU/ml, by the Serbian law. Based on this parameter, 28% of samples of accumulation water was incorrect.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati kultivacione i direktne bakteriološke analize prikazani su na slici 3. Brojnost mezofilnih bakterija kretala se od 39 CFU/ml do 1.157 CFU/ml, zavisno od sezone. Maksimalna brojnost aerobnih mezofila za otvorena izvorišta vode za piće dozvoljena srpskim zakonom je 300 CFU/ml. Na osnovu ovog parametra 28% uzoraka vode akumulacije je neispravno.

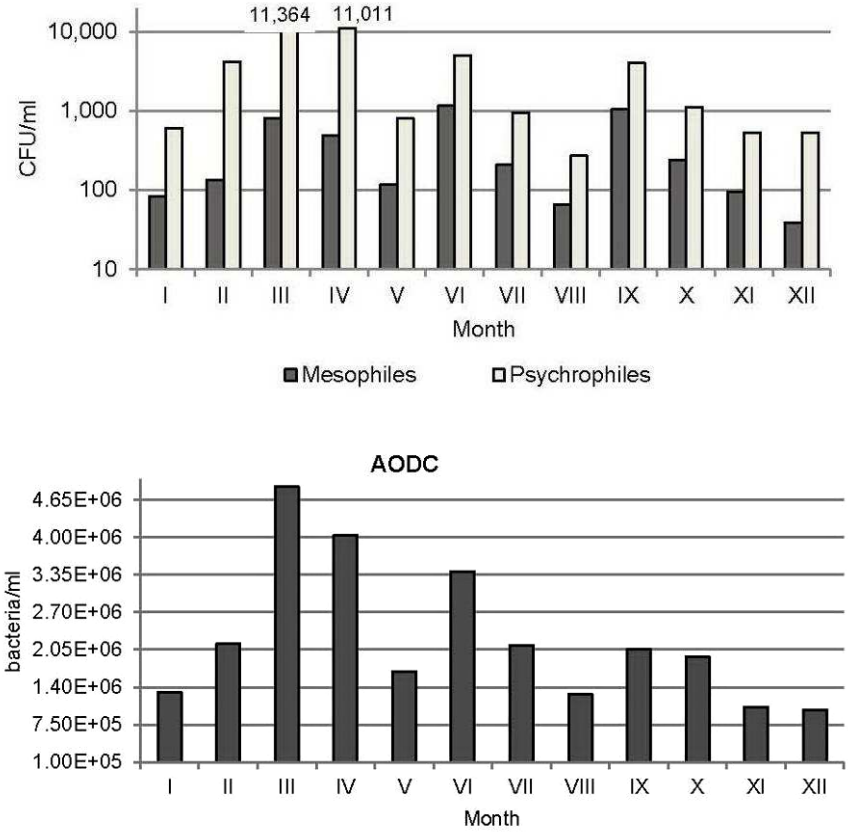


Fig. 3 - Average count of cultivable (mesophilic and psychrophilic) bacteria and total bacterial count obtained by epifluorescence microscopy. CFU - Colony Forming Units; AODC - Acridine Orange Direct Count/
Prosečna brojnost kultivabilnih (mezofilnih i psihrofilnih) bakterija i ukupan broj bakterija dobijen primenom epifluorescentne mikroskopije

The interrelation of mesophilic (M) and psychrophilic (P) bacteria, considered as an index of M/P, can be a good indicator of anthropogenic impact on water quality and eutrophication processes. In the water of Accumulation Ćelije this index ranged from 0.03 to 0.48 (figure 4). This index did not show significantly greater number of mesophiles, potential pathogens for humans and animals.

Međusobni odnos mezofila (M) i psihrofila (P), posmatran kao indeks M/P, može biti dobar pokazatelj antropogenog uticaja na kvalitet vode i procese eutrofizacije. U vodi akumulacije Ćelije ovaj indeks se kretao od 0,03 do 0,48 (slika 4). Ovaj indeks ne pokazuje značajno veće prisustvo mezofila, potencijalnih patogena za ljude i životinje.

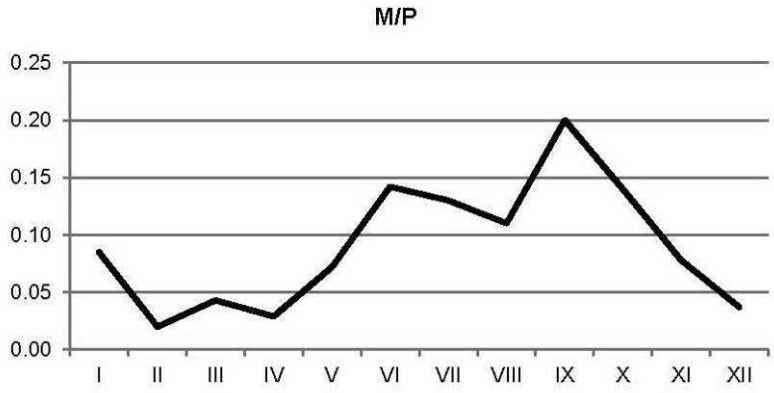


Fig. 4 - Average values of M/P index in water of Accumulation Ćelije / *Prosečne vrednosti indeksa M/P u vodi akumulacije Ćelije*

Based on the categorization by Kohl [5], the water of accumulation was classified in transitional I-II class. Similar results were obtained for other similar accumulations.

The total number of bacteria obtained by epifluorescence microscopy ranged from $1.01x10^6$ to $4.87x10^6$ bacteria/ml. The highest values of this parameter were reached in the spring (March and April) (figure 3), because in this season there has been a snow melting and entering of the large amount of material from the surrounding land into the accumulation. However, the average value of total bacterial count put the water at the catchment in the class of maximum clean waters according to

However this water belong to the type of eutrophic water[1] by Nixdorf et al. [7].

The sanitary status of water is showed by bacteria indicators of faecal pollution. The presence of indicators of faecal contamination of accumulation water is shown in figure 5.

Na osnovu klasifikacije prema Kohl-u [5], voda akumulacije pripadala je najčešće prelaznoj I-II klasi. Slični rezultati su dobijeni za druge slične akumulacije.

Ukupan broj bakterija dobijen metodom epifluoresentne mikroskopije kretao se od $1,01x10^6$ do $4,87x10^6$ bakterija/ml. Najveće vrednosti ovaj parametar je dostigao u proleće (mart i april) (slika 3), jer je u ovoj sezoni došlo do topljenja snega i spiranja velikih količina materijala sa okolnog zemljišta u akumulaciju. Ipak, prosečna vrednost ukupne brojnosti bakterija svrstava vodu na vodozahvatu u maksimalno čiste prema

Ambrazene [1]. Međutim, prema Nixdorf et al. [7], ova voda pripada eutrofnom tipu voda.

Sanitarno stanje vode pokazuju bakterije karakteristične za fekalno zagađenje. Prisustvo indikatora fekalne kontaminacije vode akumulacije prikazano je na slici 5.

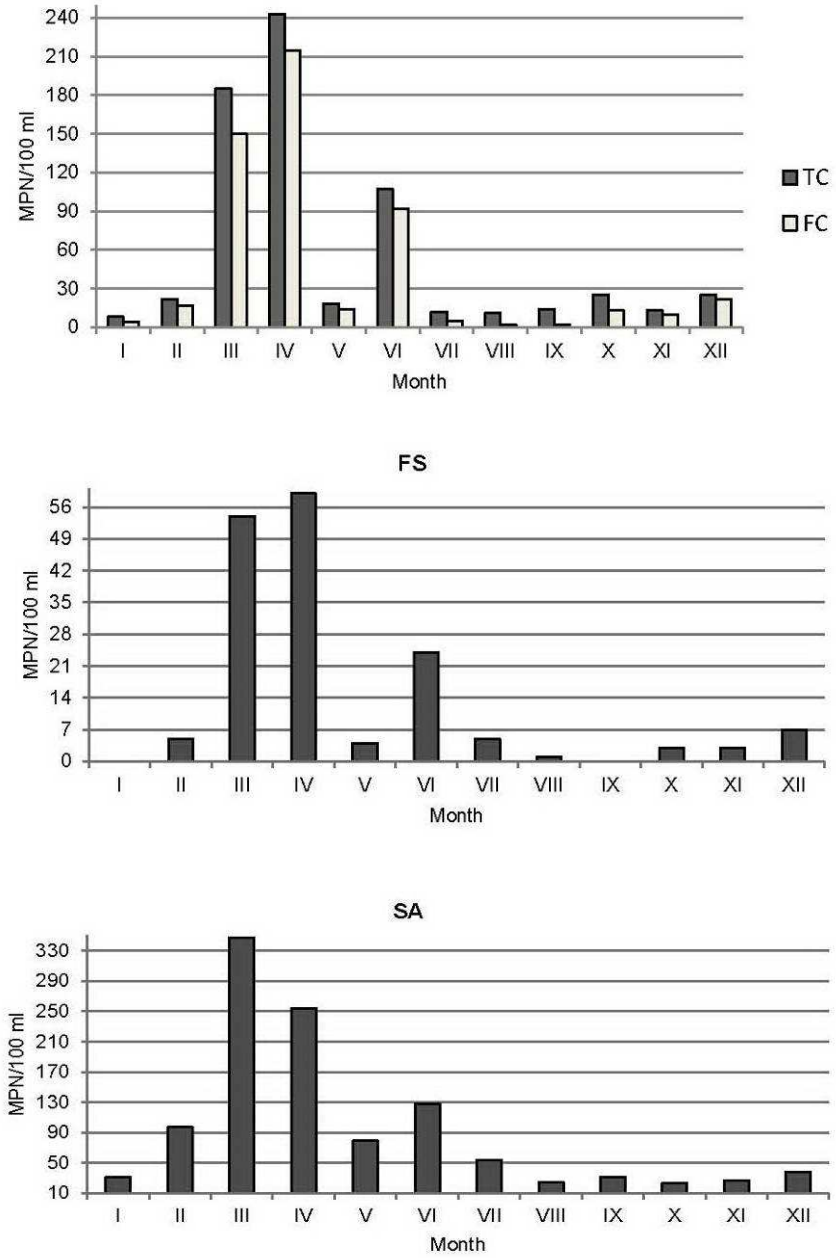


Fig. 5 - Average count of total coliforms (TC), faecal coliforms (FC), faecal streptococci (FS) and sulphite-reducing anaerobes (SA) in the water of Accumulation Ćelije / *Prosečna brojnost ukupnih koliforma, fekalnih koliforma, fekalnih streptokoka i sulfitoredukujućih anaeroba u vodi akumulacije Ćelije*

On the basis of the presence of these bacteria, the accumulation water indicated a malfunction in 100% of the samples [11].

In the number of total coliforms, faecal coliforms, on average, made up 81%. In particular, the increased presence of faecal pollution indicators was recorded in March, April and June (figure 3), which were the periods of highest values of turbidity, $KMnO_4$ consumption and ammonia [4].

Sulphite-reducing anaerobes exceeded the value prescribed by the law in 96% of the samples. Although these bacteria may be linked to the ancient pollution, in this case, their simultaneous presence with faecal coliforms, which are indicators of fresh faecal contamination, indicated a continuous and long-term faecal contamination of investigated drinking water source. The most frequent identified bacteria species confirm this statement (table 1). Detection of *E. coli* is important because it is a specific indicator of faecal contamination and of the possible presence of enteric pathogens [3].

Na osnovu rezultata prisutnosti ovih bakterija, voda akumulacije pokazuje neispravnost u 100% uzoraka [11].

U okviru brojnosti ukupnih koliforma, fekalni koliformi, u proseku, čine čak 81%. Naročito povećano prisustvo pokazatelja fekalnog zagađenja zabeleženo je u martu, aprilu i junu (slika 3), što su i periodi najviših vrednosti mutnoće, utroška $KMnO_4$ i amonijaka [4].

Sulfitoredukujući anaerobi prevazilaze vrednost propisanu zakonom u 96% uzoraka. Iako se ove bakterije mogu dovesti u vezu sa davnim zagađenjem, u ovom slučaju njihovo istovremeno prisustvo sa fekalnim koliformima, koji su pokazatelji sveže fekalne kontaminacije, ukazuje na konstantno i dugoročno fekalno zagađenje ovog izvorišta vode za piće. U prilog tome govore i najčešće identifikovane vrste bakterija u ovoj vodi (tabela 1). Otkrivanje *E. coli* je značajno zbog toga što je ona specifični indikator fekalne kontaminacije i mogućeg prisustva enteričkih patogena [3].

Table 1 / *Tabela 1*

Month/ *Mesec*	*Escherichia coli*	*Klebsiella pneumoniae*	*Citrobacter freundii*	*Aeromonas hydrophila*	*Pseudomonas aeruginosa*	*Enterobacter cloacae*	*Enterobacter aerogenes*	*Serratia sp.*	*Streptococcus avium*	*Streptococcus faecium*
I	+	+	+			+			+	+
II	+	+	+							+
III	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IV	+	+		+	+			+		
V	+		+	+	+		+	+		
VI	+	+	+		+	+		+		+
VII	+		+	+	+	+	+			
VIII	+	+	+	+	+			+		
IX	+	+	+	+	+	+			+	+
X	+	+	+	+	+		+			
XI	+	+	+	+	+			+		
XII	+	+			+				+	+

As an indicator of origin of the faecal contamination, the ratio of the number of faecal coliforms (FC) and faecal streptococci (FS) is recommended [9, 10]. The relationship of these bacteria in the accumulation is shown in figure 6. Faecal coliforms and faecal streptococci, together, were present in 68% of the total number of raw water samples.

The ratio FC/FS greater than 4, which indicates the dominance of human waste, was recorded in 20.6% of samples, while the proportion less than 0.7, indicating the dominance of animal waste was not noted in any sample.This means that the animals have never been the only sources of faecal contamination of the accumulation water, but that the most common cause of this type of pollution (in almost 80% of samples) was a combination of both human and animal waste.

Kao pokazatelj porekla fekalne kontaminacije preporučuje se odnos brojnosti fekalnih koliforma (FC) i fekalnih streptokoka (FS) [9, 10]. Odnos ovih bakterija u akumulaciji prikazan je na slici 6. Od ukupnog broja uzoraka sirove vode, fekalni koliformi i fekalne streptokoke, zajedno su prisutni u 68% uzoraka.

Odnos FC/FS veći od 4, koji označava dominaciju humanog otpada, beleži se u 20,6% uzoraka, dok se odnos manji od 0,7, koji označava dominaciju animalnog otpada, ne konstatuje ni u jednom uzorku. To znači da izvor fekalne kontaminacije vode nikada nisu samo životinje, već da je najčešći uzrok ovog tipa zagađenja (u skoro 80% uzoraka) kombinacija animalnog i humanog otpada.

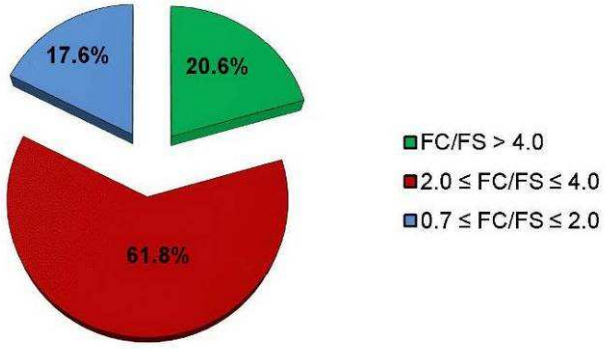


Fig. 6 - Percentage distribution of values of ratio FC/FS in the water accumulation of servoirĆelije / *Distribucija procentualnog udela vrednosti odnosa FC/FS u vodi akumulacije Ćelije*

CONCLUSIONS

Results of the bacteriological and sanitary examinations of water accumulation of Ćelije varied depending on the season. The highest values of indicators of pollution and of sanitary status were recorded in Spring and the lowest in Winter.

The number of mesophiles (potential pathogens) showed a malfunction of the water in 28% of the total number of tested samples.

The direct bacterial count put the accumulation water in the range of maximum clean to eutrophic water, depending on the applied classification system.

Sanitary status of accumulation was unfavorable because it pointed to the continuous and long-term faecal contamination.

The ratio FC/FS showed that the main cause of faecal contamination of raw water was a mixture of human and animal waste.

On the basis of these results, the necessity of protection of investigated drinking water source is indicated, and the following measures are proposed:

- to ensure maximum protection of accumulation and its tributaries;
- to implement strict control of farming methods in the wider area of the accumulation;
- to prevent the washing away of material from arable land;
- to carry out constant monitoring of indicators of water pollution.

REFERENCES

[1]. Амбразене. Ж.П. (1976) - *Количествение взаймоотношение микроорганизмов и их использование дъа оценки загьазненности речьних вод*, Журнал общчей биологии, вол. 37, бр. 3, стр. 416-425;
[2]. APHA-AWWA-WEF (1998) - *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th edn., American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, New York, NY;
[3]. Bitton G. (2005) - *Microbial indicators of fecal contamination: application to microbial source tracking*, Report, Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, FL. pg. 1-71;
[4]. Ćirić S. (2009) - *Aerobic mesophilic bacteria and low-nutrient R2A medium in monitoring of drinking water quality*, PhD dissertation,University of Novi Sad, Serbia;
[5]. Kohl W. (1975) - *Über die Bedeutung bakteriologischen Untersuchungen für die Beurteilung von Fliessgewässern, dargestelt am Beispiel der österreichischen Donau*, Arhiv für Hydrobiologie, vol. 44, no. 4, pg. 392-461;
[6]. Lewandowska D., Zmyslowska I., Filipkowska Z. (2000) - *Sanitary and bacteriological evaluation of the southern part of Leginski Lake for recreational purposes*, Polish Journal of Environmental Studies, vol. 9, no. 4, pg. 341-346;
[7]. Nixdorf B., Jander J. (2003) - *Bacterial activities in shallow lakes - a comparison between extremely acidic and alkaline eutrophic hard water lakes*, Hydrobiologia, no. 506, pg. 697-704;
[8]. Ostojić A., Ćurčić S., Čomić Lj., Topuzović M. (2007) - *Effects of anthropogenic influences on the trophic status of two water supply accumulations in Sebia*, Lakes & Accumulations: Research & Management, vol. 12, issue 3, pg. 175-185;
[9]. Pitt R. (2007) - *Microorganisms in urban surface water*, http://rpitt.eng.ua.edu;
[10]. Rejith P.G., Jeeva S.P., Vijith H., Sowmya M., Mohamed Hatha. A.A. (2009) - *Determination of groundwater quality index of a highland village of Kerala using geographical information system*, Journal of Environmental Health, June, 2009;
[11]. Yugoslav Official Register 42/98 (1998) - *Regulations of hygienic quality of drinking water.*

ZAKLJUČCI

Rezultati bakterioloških i sanitarnih ispitivanja vode akumulacije Ćelije varirali su zavisno od sezone. Najveće vrednosti indikatora zagađenja i sanitarnog statusa zabeležene su u proleće, a najmanje u zimu.

Brojnost mezofila (potencijalnih patogena) pokazala je neispravnost vode u 28% od ukupnog broja ispitanih uzoraka.

Direktna brojnost bakterija svrstava ovu vodu u maksimalno čiste do eutrofne vode, zavisno od primenjenog sistema klasifikacije.

Sanitarni status akumulacije je nepovoljan, jer ukazuje na konstantno i dugoročno fekalno zagađenje.

Odnos FC/FS je pokazao da je glavni uzrok fekalne kontaminacije sirove vode mešavina humanog i animalnog otpada.

Na osnovu ovih rezultata ukazuje se na neophodnost zaštite ovog izvorišta vode za piće, i predlažu se sledeće mere:

- obezbediti maksimalnu zaštitu akumulacije i celog toka pritoka;
- sprovoditi strogu kontrolu agrotehničkih mera u široj zoni akumulacije;
- sprečiti spiranje materijala sa obradivih površina u akumulaciju;
- sprovoditi konstantni monitoring indikatora zagađenja vode.

LITERATURA

[1]. Амбразене. Ж.П. (1976) - *Kvantitativno određivanje mikroorganizama i njihov uticaj na procenu zagađenosti rečne vode*, Časopis opšte biologije, vol. 37, br. 3, str. 416-425;
[2]. APHA-AWWA-WEF (1998) - *Standardne metode za ispitivanje vode i otpadne vode*, 20. izd., Američko udruženje za javno zdravlje, Američko udruženje za vode i Federacija za vodenu sredinu, New York, NY;
[3]. Bitton G. (2005) - *Mikrobijalni indikatori fekalne kontaminacije: primena u određivanju izvora mikroba*, Izveštaj, Departman za inženjerstvo životne sredine, Univerzitet u Floridi, Gainesville, FL. str. 1-71;
[4]. Ćirić S. (2009) - *Aerobne mezofilne bakterije i niskonutritivni R2A medijum u monitoringu kvaliteta vode za piće*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija.
[5]. Kohl W. (1975) - *Značaj bakterioloških ispitivanja za procenu rečnih voda na primeru austrijskog dela Dunava*, Hidrobiološki Arhiv, vol. 44, br. 4, str. 392-461;
[6]. Lewandowska D., Zmyslowska I., Filipkowska Z. (2000) - *Sanitarna i bakteriološka evaluacija južnog dela jezera Leginski u rekreacione svrhe*, Poljski žurnal za proučavanja životne sredine, vol. 9, br. 4, str. 341-346;
[7]. Nixdorf B., Jander J. (2003) - *Bakteriološka aktivnost u plitkim jezerima - poređenje između jezera sa ekstremno kiselom i jezera sa ekstremno alkalnom eutrofnom tvrdom vodom*, Hidrobiologija, br. 506, str. 697-704.
[8]. Ostojić A., Ćurčić S., Čomić Lj., Topuzović M. (2007) - *Efekti antropogenog uticaja na trofički status dve akumulacije za vodosnabdevanje u Srbiji*, Jezera i akumulacije: Istraživanje i održavanje, vol. 12, sveska 3, str. 175-185;
[9]. Pitt R. (2007) - *Mikroorganizmi u urbanim površinskim vodama*, http://rpitt.eng.ua.edu;
[10]. Rejith P.G., Jeeva S.P., Vijith H., Sowmya M., Mohamed Hatha. A.A. (2009) - *Određivanje indeksa kvaliteta podzemne vode visokoplaninskog sela Kerala primenom geografskog informacionog sistema*, Žurnal o zdravstvenoj bezbednosti životne sredine, Jun, 2009;
[11]. Službeni list SRJ 42/98 (1998) - *Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće.*

RESEARCHES REGARDING THE DETERMINATION OF LUBRICATING FEATURES OF CERTAIN ECO-BIODEGRADABLE OILS /

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA PROPRIETĂȚILOR LUBRIFIANTE ALE UNOR ULEIURI ECOBIODEGRADABILE

Eng. Burtea R.[1)], Ph.D. Eng. Vlăduț V.[1)], Prof. Ph.D. Eng. Tudor A.[2)]
Ph.D. Stud. Eng. Voicea I.[1)], Tehn. Găgeanu G.[1)], Eng. Postelnicu E.[1)],

[1)]INMA Bucharest, [2)]P.U. Bucharest
Tel: 0726.693.318; E-mail: roxana_burtea@yahoo.com; valentin_vladut@yahoo.com

Abstract: *The utilization of biodegradable oils instead of conventional lubricating oils is a compulsory measure to be taken in order to ensure environment protection and diminish the greenhouse effect noxious emissions. This article presents the experimental research performed within Testing Department of INMA Bucharest, on 4 types of oils, out of which two are biodegradable oils (BIORAL S and BF) and two conventional oils (LS HUS and T90LP-2S), aiming to determinate their lubricating properties, oils lubricating features (density, viscosity, refraction index, calorific power) found up before the beginning of endurance tests and afterwards, as well as the effects of abrasive particles contamination (sawdust, fine particles of soil, leaves fine particles) on biodegradable and conventional oils lubricating properties.*

Keywords: *contamination, shearing, lubricating properties, biodegradable oil*

INTRODUCTION

Bio-lubricants are not new on the market, vegetable oil appearing starting with 70s. Their lubricating effect was already known, other arguments such as regeneration, biodegradation, non-toxicity, viscosity stability along with temperature changing, low volatility, one molecule layer on metallic surfaces aimed to protect against corrosion and reduce friction being well substantiated [1, 8].

Utilization of environmental-friendly lubricants began to develop in Europe, North America and other world areas, bio-lubricants, obtained from oils, vegetal and animal grease being considered as ecological products.

Lubricants, as all „components" belonging to industrial, commercial or domestic activities influence health and safety of persons which use them , and, at the same time the environment. Although the health, safety and environment problems which lubricants industry faces do not differ very much of others encountered by other industries, they are rather important and present certain technical and commercial dilemmas, one of them being not able to be avoided [1, 2, 3, 10].

Lubricants influence health, safety and environment during all stages of production, utilization and removal. They should not be noxious for human health by contact or inhaling when they are produced and used. Their accidental or deliberate spilling can cause ecological disasters in environment sensible areas, such as forestry, agricultural, mining, building or phreatic layer zones [1, 2, 3, 10].

We must mention that „health and safety" have been associated mainly with people, while the environment refers to other life forms of the planet. restul de pe planetă. Furthermore, the difference between the two thematic areas is rather vague, therefore, many things which affect or harm the environment are likely to damage people health and vice-versa.

Rezumat: *Utilizarea unor uleiuri biodegradabile ca înlocuitor pentru uleiurile convenționale de lubrifiere este un pas care trebuie făcut pentru protecția mediului înconjurător şi scăderea emisiilor de noxe cu efect de seră. În cadrul acestui articol se prezintă cercetarea experimentala realizată în cadrul Departamentului de Încercări al INMA Bucureşti, pe 4 tipuri de uleiuri, dintre care două biodegradabile (BIORAL S şi BF) şi două convenționale (LS HUS si T90LP-2S), în vederea determinării proprietăților lubrifiante ale acestora, proprietățile lubrifiante ale uleiurilor (densitate, viscozitate, indice de refracție, putere calorică) fiind determinate nainte de începerea testării la anduranță şi după aceea, precum şi efectele contaminării cu particule abrazive (praf de rumeguş, particule fine de pământ, particule fine de frunze) asupra proprietăților lubrifiante ale uleiurilor biodegradabile şi convenționale.*

Cuvinte cheie: *contaminare, forfecare, proprietati lubrefiante, ulei biodegradabil*

INTRODUCERE

Dezvoltarea bio-lubrifianților nu este o apariție nouă, uleiurile vegetale aparând în centrul atenției la sfârşitul anilor '70. Efectul lor de lubrifiere era deja cunoscut apărând şi alte argumente ca: regenerarea, biodegradabilitatea, non-toxicitatea, stabilitatea vâscozității odată cu schimbarea temperaturii, volatilitatea joasă, stratul unimolecular pe suprafețele metalice care să protejeze împotriva coroziunii şi să scadă frecarea, dar şi faptul că nu se bio-acumulează [1, 8].

Folosirea lubrifianților responsabili în ceea ce priveşte mediul a început să se dezvolte în Europa, America de Nord şi în alte regiuni, bio-lubrifianții, produşi din uleiuri şi grăsimi vegetale şi animale, sunt priviți ca prietenoşi mediului.

Lubrifianții, ca toate „componentele" din orice activitate industrială, comercială sau domestică, influențează sănătatea şi siguranța persoanelor care îi folosesc şi de asemenea influențează şi mediul. Deşi problemele de sănătate, siguranță şi mediu cu care se confruntă industria lubrifianților nu diferă mult de cele cu care se confruntă celelalte industrii, ele sunt importante şi prezintă un număr de dileme tehnice şi comerciale, unele dintre ele neputând fi ocolite [1, 2, 3, 10].

Lubrifianții influențează sănătatea, siguranța şi mediul în toate etapele producerii, folosirii şi renunțării la ei. Trebuie să nu fie toxici sănătății umane prin contact sau inhalare în timpul producerii şi folosirii acestora. Vărsarea accidentală sau intenționată a acestora poate avea potențialul să cauzeze dezastre ecologice în zonele sensibile ale mediului, cum ar fi zone forestiere, agricole, miniere, de construcții sau pânze freatice [1, 2, 3, 10].

Trebuie menționat că „sănătatea şi siguranța" au fost asociate în principal cu oamenii, în vreme ce „mediul" se referă la restul de pe planetă. În continuare, distincția dintre cele doua arii tematice a devenit neclara, trăgându-se concluzia că multe din lucrurile care afectează sau rănesc mediul e foarte probabil să dăuneze şi sănătății oamenilor şi vice-versa.

Recently, the continous concern in impact of earth oil lubricants on environment has created the possibility of promoting alternatives available in terms of environment preserving. Therefore, bio-lubricants have been developed as one of environmental-friendly products.

Principal characteristics of environmental-friendly lubrificants, named also bio-lubricants or biodegradable lubricants are the following: they store energy, have a longer operating time, less wastes, diminished consume, can be removed, are recyclable, biodegradable, have low toxicity and reduced pollution risk for water, soil and air.

Term of bio-lubricants includes a widerange of products such as hydogenated vegetable oils, high oleic acid content oils, synthetic esters produced by vegetal oils.

Advantages and disadvantages of bio-lubricants, namely reduced air and soil pollution, minimum risks for health and safety, easy to be destroyed due to their bio-degradation capacity.

More clearly, the bio-lubricants advantages in comparison with mineral oils are: good lubricating features, good properties aimed to fight against corrosion, low volatility, very low aquatic toxicity, intrinsec biodegradability, large availability, manufacturing renewable resources.

For over 50 years and especially in the latest 20 years, the great producers of lubricants (SHELL, TOTAL, BP, AGIP, etc) have been developing, producing and trading lubricants (oils, grease, etc) especially conceived to be used to agricultural machines and equipment or food industry.

This thing was detremined by the fact that classical lubricants could not succeed to obtain high and long life protection performances to these type of equipment, because the working conditions (uneven soils, oscillating forces) led to rough operating conditions.

Furthermore, several greatest producers began to produce themselves lubricants designed to own machines and equipment (JOHN DEERE) and others.

MATERIAL AND METHOD

Experiments on oil lubricating features (type BIORAL S, BF, LS HUS and T90 EP2-S) have been performed within INMA Bucharest, at chemical laboratory of Testing Department, where before starting the endurance test the following parameters were determined:

- viscosity,
- density,
- refraction index,
- calorific power.

Finding the oil density

Oils density (fig. 1) tested has been determined by means of two aerometers ranged between: 0.820÷0.880, respectively: 0.880÷0.940 and a graded cylinder.

The above cylinder was filled with oil, afterwards the aerometer was dipped without touching the vessel walls. When the aerometer became stable, the density value could be read [7].

În ultimii ani, preocuparea pentru impactul potențial al lubrifianților bazați pe petrol asupra mediului, a creat oportunitatea promovării unor alternative acceptabile din punctul de vedere al protecției mediului. Bio-lubrifianții au fost dezvoltați ca unele dintre produsele prietenoase mediului.

Principalele caracteristici ale lubrifianților prietenoşi mediului, numiți şi bio-lubrifianți sau lubrifianți biodegradabili sunt: conservă energia, timp de operare mai lung: mai puține deşeuri, consum redus: mai puțin se arunca, sunt reciclabile, sunt biodegradabile, au ecotoxicitate scăzută, au risc de poluare scăzut pentru apa, sol şi aer.

Termenul de bio-lubrifianți include o gama larga de lubrifianți, cum ar fi: uleiuri vegetale, uleiuri vegetale hidrogenate, uleiuri vegetale cu conținut ridicat de acid oleic, esteri sintetici produşi din uleiuri vegetale.

Avantaje şi dezavantaje ale bio-lubrifianților: poluare mai scăzută pentru aer, apă şi sol, riscuri minime pentru sănătate şi siguranță, distrugere mai uşoară, datorată biodegrabilității lor.

Mai specific, avantajele bio-lubrifianților comparativ cu lubrifianții din uleiuri minerale sunt: caracteristici bune de lubrifiere, proprietăți bune de inhibare a coroziunii, volatilitate scăzută, conducând la emisii scăzute, toxicitate acvatică foarte scăzută, biodegradabilitate intrinsecă, disponibilitate largă, fabricare din resurse regenerabile.

De peste 50 de ani şi în special în ultimii 20, marii producători de lubrifianți (SHELL, TOTAL, BP, AGIP, etc) au început să dezvolte, producă şi comercializeze lubrifianți (uleiuri, vaseline, etc) concepuți special pentru utilizare pe maşinile şi echipamentele agricole sau industria alimentară.

Acest lucru s-a datorat în special faptului că lubrifianții clasici nu reuşeau să asigure performanțe ridicate şi protecție de durată acestor tipuri de echipamente întrucât condițiile de lucru: pe soluri denivelate, forțe oscilante, etc. conduceau la nişte condiții de exploatare mai dure.

Mai mult, unii dintre marii producători au început să producă ei înşişi lubrifianți dedicați maşinilor şi echipamentelor proprii (JOHN DEERE) şi nu numai.

MATERIAL ŞI METODĂ

Experimentările privind proprietățile lubrifiante ale uleiurilor (tip BIORAL S, BF, LS HUS şi T90 EP2-S) sau efectuat în cadrul INMA Bucureşti, la laboratorului chimic al Departamentul de Încercări, unde înainte de a se începe testarea la anduranță s-au determinat următorii parametri:

- viscozitate,
- densitate,
- indice de refracție,
- putere calorică.

Determinarea densității uleiurilor

Densitatea uleiurilor (fig. 1) supuse testării s-a determinat cu ajutorul a două areometre având scala de valori: 0,820÷0,880, respectiv: 0,880÷0,940 şi a unui cilindru gradat.

Cilindrul gradat s-a umplut cu ulei, după care s-a imersat areometrul, fără a se atinge pereții vasului. În momentul în care areometrul s-a stabilizat, a fost citită valoarea densității [7].

Fig. 1 –Oil density test / Determinarea densității uleiului

Finding oil viscosity

Dynamic viscosity (fig. 2) of four oil types has been determined by a viscometer SV-10 (vibro-viscometer), permanently monitoring the working temperature as an essential parameter. By means of this apparatus the dynamic viscosity has been determined in this way:

- the oil was put up to the level indicated on tank;
- was fixed on bascule the support device;
- vibrating reeds were introduced in oil sample;
- apparatus was started; after the temperature became steady in whole oil mass, the display showed the final value of dynamic viscosity.

Kinematics viscosity was determined on basis of dynamic viscosity, using the formula:

Determinarea viscozității uleiurilor

Viscozitatea dinamică (fig. 2) a celor patru tipuri de uleiuri s-a determinat utilizând un viscozimetru SV-10 (vibroviscometru), monitorizând în permanență temperatura de lucru care este un parametru esențial. Cu ajutorul acestui aparat s-a determinat viscozitatea dinamică, astfel:

- s-a pus ulei până la nivelul indicat pe cuvă;
- s-a fixat pe bascula aparatului pe suport;
- s-au introdus lamelele vibratoare în proba de ulei;
- s-a pornit aparatul, s-a aşteptat stabilizarea temperaturii în toată masa uleiului şi s-a citit pe display valoarea finală a viscozității dinamice.

Viscozitatea cinematică s-a determinat pe baza viscozității dinamice, utilizând formula:

$$\nu = \eta / \rho \quad (1)$$

where:

η – oil dynamic viscosity;

ρ – oil density.

Value of kinematic viscosity was recorded on testing bulletin achieved for each type of oil [4, 5, 6].

unde:

η - viscozitatea dinamică a uleiurilor;

ρ - densitatea uleiurilor.

Valoare viscozității cinematice s-a trecut în buletinul de încercare realizat pentru fiecare tip de ulei [4, 5, 6].

Fig. 2 – Oil viscosity test/Determinarea viscozității uleiului

Finding the oil refraction index

Index of refraction (fig. 3) was determined by refractometer ABBE AR6. For this test the apparatus was calibrated by means of a sample of distilled water, with known refraction index, after which the trial began. A drop of oil was put on lighting prism, then the apparatus was shut. Through the apparatus eyepiece the scale was monitored and image set by adjusting fine and harsh knobs so that the limiting line be placed at diagonals crossing point.

When the image was very clear, one could read the refraction index value.

Deternimarea indicelui de refracție al uleiurilor

Indicele de refracție (fig. 3) s-a determinat cu ajutorul refractometrului ABBE AR6. Pentru efectuarea determinării s-a calibrat aparatul, cu ajutorul unei probe de apă distilată, cu indice de refracție cunoscut, după care s-a trecut la determinarea propriu-zisă. Pentru aceasta s-a pus o picătură de ulei pe prisma de iluminare, după care s-a închis. Prin ocularul aparatului s-a urmărit scala şi s-a reglat imaginea, cu ajutorul butoanelor de reglaj grosier şi fin, astfel încât linia de demarcație să fie la intersecția diagonalelor.

În momentul în care imaginea a fost foarte clară, s-a citit valoarea indicelui de refracție.

Fig. 3 – Refraction index test / *Determinarea indicelui de refracție*

Finding the calorific power

The calorific power has been determined (fig. 4) by means of a calorimeter CAL 2k (calorimetric bomb) as it follows:

- two oil samples of about 0.5 g each, were weighted ;

Determinarea puterii calorice

Puterea calorică (fig. 4) s-a determinat cu ajutorul unui calorimetru CAL 2k (bombă calorimetrică), astfel:

- s-au cântărit două probe de ulei, de aproximativ 0,5 g, fiecare;

- each sample vat was introduced into apparatus vessel (calorimetric bomb), which was hermetically shut;
- vessel was pressurized with oxygen up to 30 bar, into the pressurization device;
- the vessel was introduced into the calorimeter and START button was pressed;

after burning, the display made available the calorific power value, and recorded in testing bulletin, relevant for each oil type.

- s-a introdus fiecare cuvă cu probă în vasul aparatului (bomba calorimetrică), care s-a închis etanş;
- vasul a fost presurizat cu oxigen până la 30 bari, în dispozitivul de presurizare;
- s-a introdus vasul în calorimetru şi s-a apăsat butonul START;

după terminarea arderii s-a citit pe display valoarea puterii calorice şi s-a trecut în buletinul de încercare, aferent fiecărui tip de ulei.

Fig. 4 – Calorific power test / Determinarea puterii calorice

Testing oils endurance

In order to verify the evolution of oils physical parameters caused by wear, a testing bench made of a voltage 0-30 Vcc, a pump with gears (auto type), a timer and a glass Erlenmayer, were performed. It was able to test the oil samples (4 types) to endurance, in accelerated regime, the oil passing through the gear pump, which performs a shearing operation on it, stimulating the normal regime operation. The oil discharge was reduced in comparison with intake section, in order to create an additional resisting force, which simulates work under load.

Testing period of each oil type (fig. 5) was established at 25 hours, in working cycles of 1'15",, 1'15" – break and an additional break of 30 min per hour and 30 min of work, the shearing oil quantity being of 75 ml [8].

Testarea la anduranță a uleiurilor

Pentru verificarea evoluției parametrilor fizici ai uleiurilor datorită uzurii s-a realizat un stand de probă alcatuit dintr-o sursă de tensiune 0-30 Vcc, o pompă cu roți dințate (tip auto), un temporizator şi un pahar Erlenmayer. Acesta a oferit posibilitatea testării eşantioanelor probei de ulei (4 tipuri) la anduranță, în regim accelerat, uleiul fiind trecut prin pompa cu roți dințate care efectuează o operație de forfecare asupra acestuia, simulând funcționarea în regim normal. Secțiunea de evacuare a uleiului a fost micşorată față de secțiunea de admisie, pentru a crea o forță de rezistență suplimentară, simulând lucrul în sarcină.

Durata de testare a fiecărui tip de ulei (fig. 5) a fost stabilită la 25 de ore, în cicluri de 1'15" - lucru, 1'15" - pauză şi o pauză suplimentară de 30 min la fiecare 1 oră şi 30 min. de lucru, cantitatea de ulei supusă forfecării fiind de 75 ml [8].

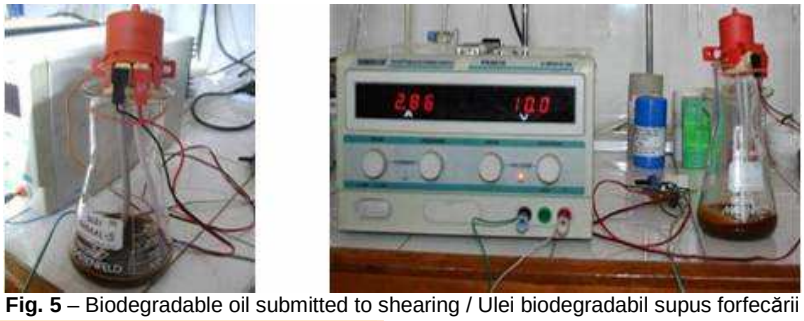


Fig. 5 – Biodegradable oil submitted to shearing / Ulei biodegradabil supus forfecării

After 25 testing (shearing) oils BF, LS HUS and T90 EP-2S (fig. 6), the viscosity, density parameters along with refraction index and calorific power were tested again.

După 25 de ore de testare (forfecare) a uleiurilor BF, LS HUS şi T90 EP-2S. (fig. 6), s-au determinat din nou parametrii: viscozitate, densitate, indice de refracție şi putere calorică.

Fig. 6 – The three types of experimenting oils aftre shearing (before contamination) / Cele trei tipuri de uleiuri experimentale dupa forfecare (înainte de contaminare)

At the same time, the abrasive particles contamination effects on biodegradable and conventional oils lubricating features are researched.

For the experiments have been taken into account the effects of external agents contamination in case of a motosaw (mechanical saw type), equipment with which INMA is endowed.

The three oil samples (BF, LS HUS and T90 EP2-S) have been contaminated with (fig. 7):

- sawdust,
- fine earth particles,

fine leaves particles.

De asemenea au fost studiate şi efectele contaminării cu particule abrazive asupra proprietăților lubrifiante ale uleiurilor biodegradabile şi a celor convenționale.

Pentru experimentări s-a luat în considerare efectele contaminării cu agenți externi în cazul unui motoferăstrău (tip drujbă), echipament din domeniul de lucru al INMA Bucureşti, unde se poate întâlni cel mai des această situație.

Cele trei probe de ulei (BF, LS HUS şi T90 EP2-S) au fost contaminate cu (fig. 7):

- praf de rumeguş,
- particule fine de pământ,

particule fine de frunze.

Fig. 7 – Experimental oils polluting agents / Agenții de infestare a uleiurilor experimentale

The contamination was performed for each oil type as it follows:

- Step 1: *sawdust* was added into sampling oil vessel, which represents the highest contamination possible, especially in case of motosaw, where the chain directly touches the sawdust, the oil having the role of greasing the chain;
- Step 2: *fine earth particles* were added in sample vessel (already contaminated by sawdust), the motor-saw blade in some situations (to cut the root of the tree) touching also the soil;
- Step 3: in the vessel contaminated by sawdust and fine particles of earth were added fine particles of leaves (fig. 8).

Contaminarea s-a realizat, pentru fiecare ulei în parte astfel:

- Pasul 1: în vasul cu ulei de probă s-a adăugat *praf de rumeguş*, care reprezintă cea mai întâlnită contaminare, în special în cazul lamei motoferăstrăului unde lanțul intră în contact direct cu praful de rumeguş, uleiul având în acest caz rolul de ungere a lanțului;
- Pasul 2: s-au adăugat *particule fine de pământ* în vasul de probă (contaminat deja cu praf de rumeguş), lama motoferăstrăului, în anumite situații (la tăierea de la rădăcină a copacilor), luând contact şi cu solul;
- Pasul 3: în vasul de probă contaminat cu praf de rumeguş şi particule fine de pământ s-au adăugat şi particule fine de frunze (fig. 8).

Fig. 8 – .Oils polluting with.sawdust, fine particles of earth and fine particles of leaves / Infestarea uleiurilor cu: praf de rumeguş; particule fine de pământ şi particule fine de frunze

The quantity of contaminating agents and contaminating degree have been established related to contaminating probability of motor-saw blade oil (during the work)by one of the three agents: *sawdust*, *fine particles of earth and fine particles of leaves* as long as the blade contacts the respective agent.

Therefore, the contaminating share was set for each sample oil such as: cu 1% *sawdust,* 0.5% *fine particles of earth* and 0.25% *fine particles of leaves,* taking into account the fact that the unlikeliest possibility of contamination is with fine leaves particles, due to lack of adhesion of particles, especially to blade.

After having mixed and agitated those types of abrasive particles with each oil type, the density, viscosity, refraction index have been tested and after the last contamination the calorific power was also tested.

RESULTS

Results of experiment to determine: viscosity, density, refraction index and calorific power before and after the process of shearing, for the four types of oils are shown in table 1.

Cantitatea de agenți de contaminare şi gradul de contaminare s-a stabilit funcție de probabilitatea de contaminare a uleiului de pe lama motoferăstrăului (în lucru) cu unul dintre cei trei agenți: *praf de rumeguş*, *particule fine de pământ* şi *particule fine de frunze* şi cât timp ia contact lama cu agentul de contaminare.

Astfel s-a stabilit ca fiecare ulei de probă experimental să fie contaminat cu: 1% *praf de rumeguş,* 0,5% *particule fine de pământ* şi 0,25% *particule fine de frunze*, ținându-se cont că probabilitatea de contaminare cu *particule fine de frunze* este cea mai rar întâlnită şi contaminarea cu acest agent se realizează într-un procent mai mic datorită lipsei de adeziune a acestor particule la lamă, în special.

După amestecarea şi agitarea acestor tipuri de particule abrazive cu fiecare tip de ulei în parte, s-au reefectuat determinări ale: densității, viscozității, indicelui de refracție, iar după ultima contaminare şi puterea calorică.

REZULTATE

Rezultatele experimentărilor pentru determinarea: vâscozității, densității, indicelui de refracție şi ale puterii calorice înainte şi după procesul de forfecare, pentru cele patru tipuri de uleiuri sunt prezentate în tabelul 1.

Table 1 / *Tabel 1*

Moment (time when measurement was performed) / *Momentul (timpul când s-a efectuat măsurătoarea)*	**Type of oil / *Tip ulei***	**Density / *Densitatea* [g/cm^2]**	**Viscosity / *Viscozitatea***		**Index of refraction / *Indice de refracție***	**Calorific power / *Putere calorică* [Mj/Kg]**	**Temperature at which measurement was performed / *Temperatura la care s-a efectuat măsurătoarea* [°C]**
			η [mPa·s]	**ν [mm^2/s]**			
Before the process starting / *Înainte de începerea procesului*	**Bioral-S**	0.925 / *0,925*	161	174	1.4780 / *1,4780*	38.779 / *38,779*	19
After the process ending / *După terminarea procesului*		0.923 / *0,923*	127	137.6 / *137,6*	1.4760 / *1,4760*	38.907 / *38,907*	21.5 / *21,5*
Before the process starting / *Înainte de începerea procesului*	**BF**	0.921 / *0,921*	169	183.5 / *183,5*	1.4745 / *1,4745*	39.356 / *39,356*	19
After the process ending *După terminarea procesului*		0.920 / *0,920*	136	147.8 / *147,8*	1.4745 / *1,4745*	39.092 / *39,092*	21.5 / *21,5*
Before the process starting / *Înainte de începerea procesului*	**LS HUS**	0.863 / *0,863*	101	117	1.4767 / *1,4767*	44.552 / *44,552*	19
After the process ending *După terminarea procesului*		0.867 / *0,867*	179	206.5 / *206,5*	1.479 / *1,479*	45.566 / *45,566*	20
Before the process starting / *Înainte de începerea procesului*	**LS HUS**	0.893 / *0,893*	226	253	1.4905 / *1,4905*	42.749 / *42,749*	19
After the process ending *După terminarea procesului*		0.892 / *0,892*	205	229.8 / *229,8*	1.4886 / *1,4886*	45.357 / *45,357*	20

Results obtained for each oil type, after contamination with sawdust 1%, 0.5% fine particles of earth and 0.25% fine particles of leaves are shown in table 2:

Rezultatele obținute pentru fiecare tip de ulei, în urma contaminarii cu 1% praf de rumeguş, 0,5% particule fine de pământ şi 0,25% particule fine de frunze, sunt prezentate în tabelul 2:

Table 2 / *Tabel 2*

Parameter measured / *Parametrul măsurat* / **Oil sample / *Proba ulei***	**Density / *Densitate* [g/cm^3]**	**Viscosity / *Viscozitate***		**Index of refraction / *Indicele de refracție***	**Calorific power / *Puterea calorifică* [Mj/kg]**	**Temperature at which measurement was performed / *Temperatura la care a fost efectuată măsurătoarea* [°C]**
		η [mPa·s]	**ν [mm^2/s]**			
Before the impurification (**BF oil**) / *Înainte de impurificare (ulei **BF**)*	0.921 / *0,921*	169	183.5 / *183,5*	1.4745 / *1,4745*	39.356 / *39,356*	18.5 / *18,5*
Oil **BF** + 1% sawdust / *Ulei **BF** + 1% rumeguş*	0.920 / *0,920*	161	175	1.475 / *1,475*	-	19.7 / *19,7*
Oil **BF** + 1% sawdust + 0.5% earth / *Ulei **BF** + 1% rumeguş + 0,5% pământ*	0.921 / *0,921*	163	177	1.4752 / *1,4752*	-	20.2 / *20,2*
Oil **BF** + 1% sawdust + 0.5% earth + 0.,25% leaves / *Ulei **BF** + 1% rumeguş + 0,5% pământ + 0,25% frunze*	0.921 / *0,921*	171	185.7 / *185,7*	1.4754 / *1,4754*	38.775 / *38,775*	20.4 / *20,4*
Before the impurification (**LS HUS** oil) / *Înainte de impurificare (ulei **LS HUS**)*	0.863 / *0,863*	101	117	14767 / *1,4767*	44.552 / *44,552*	19.0 / *19,0*

Oil **LS HUS** + 1% swadust / *Ulei **LS HUS** + 1% rumeguş*	0.864 / *0,864*	101	116.9 / *116,9*	1.4767 / *1,4767*	-	19.5 / *19,5*
Oil **LS HUS** + 1% sawdust+ 0.5% earth / *Ulei **LS HUS** + 1% rumeguş + 0,5% pământ*	0.865 / *0,865*	107	123.7 / *123,7*	1.4774 / *1,4774*	-	19.5 / *19,5*
Oil **LS HUS** + 1% sawdust+ 0.5% earth + 0.25% leaves / *Ulei **LS HUS** + 1% rumeguş + 0,5% pământ + 0,25% frunze*	0.865 / *0,865*	109	126	1.4777 / *1,4777*	44.655 / *44,655*	19.7 / *19,7*
Before the impurification (**T90 EP2-S**) / *Înainte de impurificare (**T90 EP2-S**)*	0.893 / *0,893*	226	253	1.4905 / *1,4905*	42.749 / *42,749*	19.0 / *19.0*
Oil **T90 EP2-S** + 1% sawdust / *Ulei **T90 EP2-S** + 1% rumeguş*	0.893 / *0,893*	242	271	1.4897 / *1,4897*	-	19.5 / *19,5*
Oil **T90 EP2-S** + 1% sawdust + 0.5% earth / *Ulei **T90 EP2-S** + 1% rumeguş + 0,5% pământ*	0.896 / *0,896*	247	275.7 / *275,7*	1.4899 / *1,4899*	-	19.7 / *19,7*
Oil **T90 EP2-S** + 1% sawdust+ 0.5% earth + 0.25% leaves / *Ulei **T90 EP2-S** + 1% rumeguş + 0,5% pământ + 0,25% frunze*	0.900 / *0,900*	259	287.8 / *287,8*	1.49 / *1,49*	43.995 / *43,995*	19.7 / *19,7*

CONCLUSIONS

In recent years, biodegradable oils are wide range used as environmental friendly oils. Their characteristics are similar to mineral oils characteristics, sometimes being even better than those ones.

When testing biodegradable experimental oils obtained BIORAL-S and BF types in compared with oils on market LS HUS type (oil used for motor-saws LS HUSqvarna) and T90 EP2-S type (used at transmissions), have been found the following:

- Better wearing behavior biodegradable oils: BIORAL-S and BF, comparatively with those on the market;
- Density of experimental oils (BIORAL-S and BF) slightly lowered after 25 endurance (shearing) hours;
- Dynamic and kinematics' viscosity of experimental oils (BIORAL-S and BF) diminished after 25 endurance tests;
- As a result of saw dust, earth and leaves contamination (in percentages precised above), an increment of density, viscosity and refraction index have been noticed along with the addition of a contaminating agent;
- Calorific power had not relevant changed values following the endurance tests, respectively after the contamination with foreign agents.

Experimental data obtained have shown that biodegradable oils Bioral-S and BF types can successfully replace conventional lubricating oils, being less polluting for the environment.

REFERENCES

[1]. Lamsa M., Kosonen K. (2007) - *Biohydraulics-true alternatives*, 10th Scandinavian International Conference on Fluid Power SIFCP' 07, May 21-23, Tampere, Finland, 183-188;
[2]. Lingg G., Gosalia A. (2008) - *The Dynamics of the Global Lubricants Industry – Markets*, Competitors &Trends, The 16th International Colloquium Tribology, Stuttgart / Ostfildern, Germany, 15-17 February;
[3]. Pascalede C. (2010) - *Innovative through biolubricants*, 17th International Colloquium Tribology, TAE, Jan. 19-21, Germany, 341-345;
[4]. STAS 55-81 – *Mineral oils. Methods of calculating the viscosity index;*
[5]. STAS 1080-73 – *Fluids viscosity . Terminology and measuring units;*
[6]. SR ISO 3105:1998 – *Kinematic viscometers with glass capillarity. Specifications and operating indications*;
[7]. SR EN ISO 3675:2002 – *Oil and liquid oil products. Determination of laboratory density. Aerometer method;*
[8]. SR EN ISO 5555:2005 – *Vegetable and animal oils*

CONCLUZII

Uleiurile biodegradabile prezintă un interes deosebit în ultimul timp având în vedere protecția mediului înconjurător. chiar mai bune decât cele ale uleiurilor minerale utilizate pentru aceleaşi aplicații.

În cazul testării uleiurilor experimentale biodegradabile realizate: tip BIORAL-S şi BF, comparativ cu uleiurile din comerț: tip LS HUS (ulei folosit la motoferăstraiele LS HUSqvarna) şi tip T90 EP2-S (utilizat la transmisii), s-au constatat următoarele:

- comportare la uzură mai bună a celor biodegradabile: BIORAL-S şi BF, comparativ cu cele din comerț;
- densitatea uleiurilor experimentale (BIORAL-S şi BF) a avut o uşoară scădere după realizarea celor 25 de ore de testare la anduranță (forfecare);
- viscozitatea dinamică şi cinematică (a uleiurilor experimentale (BIORAL-S şi BF) a scăzut după realizarea celor 25 de ore de testare la anduranță;
- ca urmare a contaminării cu praf de rumeguş, particule fine de praf şi particule fine de frunze (în proporțile precizate anterior), s-a observat o creştere a densității, viscozității şi indicelui de refracție, pe măsură ce s-a adăugat un agent de contaminare;
- puterea calorică nu a prezentat modificări relevante ca urmare a testării la anduranță, respectiv contaminării cu agenți externi.

Datele experimentale obținute au arătat faptul că uleiurile biodegradabile Bioral-S şi BF pot înlocui cu succes uleiurile de lubrifiere convenționale, având un risc de poluare scăzut pentru mediul înconjurător.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Lamsa M., Kosonen K. (2007) - *Biohidraulica - o alternativă reală*, A 10-a Conferință Internațională Scandinavă despre Puterea de alimentare a Fluidelor SIFCP' 07, mai 21-23 Tampere, Finlanda, 183-188;
[2]. Lingg G., Gosalia A. (2008) - *The Dynamics of the Global Lubricants Industry – Markets*, Competitors &Trends, The 16th International Colloquium Tribology, Stuttgart / Ostfildern, Germany, 15-17 February;
[3]. Pascalede C. (2010) - Inovație prin biolubrifianți, Al 17-lea Colocviu Internațional de Tribologie, TAE, ian 19-21, Germania, 341-345;
[4]. STAS 55-81 - *Uleiuri minerale. Metode pentru calcularea indicelui de viscozitate;*
[5]. STAS 1080-73 - *Viscozitatea fluidelor. Terminologie şi unități de măsură;*
[6]. SR ISO 3105:1998 - *Viscozimetre cinematice cu capilară de sticlă. Specificații şi instrucțiuni de operare*;
[7]. SR EN ISO 3675:2002 - *Țiței şi produse petroliere lichide. Determinarea densității în laborator. Metoda cu areometrul;*
[8]. SR EN ISO 5555:2005 - *Uleiuri şi grăsimi de origine*

and grease. Sampling;
[9]. Tudor A., Bojan E., Stepan E., Vlădut V. Et al. (2011) – *Biodegradable cooling and lubricating fluid with multiple operations;* contact no. 32 104-4 / 01.10.2008;
[10]. Whitby D.R. (2010) - Bio-*lubricants: Applications and Prospects*, 17th International Colloquium Tribology, TAE, Jan. 19-21, Germany (2010), 111-115.

vegetală şi animală. Eşantionare;
[9]. Tudor A., Bojan E., Stepan E., Vlădut V. şi alții (2011) - *Fluid de racire şi ungere biodegradabil cu funcționare multiplă;* contact nr. 32 104-4 / 01.10.2008;
[10]. Whitby D.R. - *Bio-lubricants: Applications and Prospects*, Pathmaster Marketing Ltd, 15_F7_Whitby.

ASSESSING THE SOILS TAMPING DEGREE THROUGH A CRAWLER MODULE
/
EVALUAREA GRADULUI DE TASARE A SOLURILOR PRIN INTERMEDIUL UNUI MODUL ŞENILAT

Rus Fl.[1)], Loghin Fl.[1)], Sorică C.[2)], Marin E.[2)]
[1)]Universitatea Transilvania din Braşov; [2)]INMA Bucharest
E-mail: florus@unitbv.ro

Abstract: *Determining the level of unitary efforts and deformations which develops in the soil mass strained by external loads, is one of the basic problems of the management within the current millennium farming. The paper presents and analysis the conditions under which agricultural land surface tamping occurs, factors that influence and contribute to changing the state of soil tamping, and the methods and technical means of assessing the degree of soil tamping and the ways in which can intervene in the sense of control and reducing the soil tamping. It is presented the self-propelled crawler module for the systematic evaluation of the degree of agricultural land soil tamping.*

Keywords:*, evaluation, self-propelled module, soil compaction, soil tamping*

INTRODUCTION

For the agricultural practice, the soil constitutes as a development environment of plant roots and as a support for their root system, being characterized by the ability to provide to plants, continuously, need for water, air and nutrients. All physical, chemical, biological and technological properties of the soil, as well as plant's life, are conditioned by the presence of water in soil, ensuring the solubilisation and transport of nutrients through the plants and making the nutrients exchange between the soil and their roots.

For the agricultural production branch, soil has a double quality: as main mean of production and as object of labor.

As mean of production, if it is used rationally, the soil does not morally nor physically wear. By the agricultural system used, by the crop technologies and by technical means used etc. the soil can increases its production capacity, this being one of the current objectives of agricultur.

As object of labor, soil is subject to the working elements of the agricultural machines. Performing the agricultural works always at the same working depth and the use of working organs with an inappropriate technical condition trigger in the agricultural horizon of some soil layers with increased density. In the same time, to reduce the necessary time to perform the agricultural works, in order to achieve their performance in their optimal agrotechnical windows, the last two decades reveals a growing trend of working capacity of the agricultural aggregates due to increasing the power of tractors and of machinery working width. This led to a drastic increase of the mass of tractors and agricultural machinery, accordingly increasing and the loads on their axles, which resulted in excessive soil tamping by the wheels of tractors and agricultural machinery.

Soil tamping due to the pressure exerted by the tires of tractors and agricultural machinery (fig.1) is the most severe way of soil compaction, because the volume of soil that is compacted is very high and the consequences are felt over a long period of time.

Rezumat: *Determinarea nivelului eforturilor unitare şi a deformaţiilor care se dezvoltă în masa de pământ solicitată de sarcini exterioare, reprezintă una din problemele de bază ale managementului în cadrul agriculturii actualului mileniu. În lucrare sunt prezentate şi analizate condiţiile în care se produce tasarea suprafeţelor terenurilor agricole, factorii care influenţează şi care contribuie la modificarea stării de compactarea solului, precum şi metodele şi mijloacele tehnice de evaluare a gradului de compactare a solului şi modalităţile în care se poate interveni în sensul controlului şi reducerii tasării solului. Este prezentat modulul şenilat autopropulsat pentru evaluarea sistematică a gradului de tasare a solurilor terenurilor agricole.*

Cuvinte cheie: *compactarea solului****,*** *evaluare, modul autopropulsat, tasarea solului.*

INTRODUCERE

Pentru practica agricolă, solul se constituie ca un mediu de dezvoltare a rădăcinilor plantelor şi ca suport pentru sistemul radicular al acestora, fiind caracterizat de capacitatea de a asigura plantelor, în mod continuu, necesarul de apă, aer şi de substanţe nutritive. Toate proprietăţile fizice, chimice, biologice şi tehnologice ale solului, precum şi viaţa plantelor, sunt condiţionate de prezenţa apei din sol, care asigură solubilizarea şi transportul substanţelor nutritive prin plante şi efectuarea schimbului de substanţe nutritive între sol şi rădăcinile acestora.

Pentru sectorul producţiei agricole, solul are o dublă calitate: ca principal mijloc de producţie şi ca obiect al muncii.

Ca mijloc de producţie, dacă este utilizat raţional, solul nu se uzează moral şi fizic. Prin sistemul de agricultură folosit, prin mijloacele agrotehnice folosite, prin tehnologiile de cultură şi prin mijloacele tehnice utilizate etc. solul îşi poate mări capacitatea de producţie, acesta fiind unul din obiectivele agriculturii actuale.

Ca obiect al muncii, solul este supus acţiunii organelor de lucru ale maşinilor agricole. Efectuarea lucrărilor agricole mereu la aceiaşi adâncime de lucru şi utilizarea unor organe de lucru cu o stare tehnică necorespunzătoare provoacă apariţia în orizontul agricol a unor straturi de sol cu o densitate mărită. În acelaşi timp, în vederea reducerii perioadei de timp necesară pentru efectuarea lucrărilor agricole, pentru a se realiza efectuarea lor în ferestrele agrotehnice optime, în ultimele două decenii se constată o tendinţă de creştere a capacităţii de lucru agregatelor agricole pe seama creşterii puterii tractoarelor şi a lăţimii de lucru a utilajelor. Acest lucru a condus la o mărire drastică a masei tractoarelor şi maşinilor agricole, corespunzător crescând şi sarcinile pe punţile acestora, care a avut drept consecinţe compactarea excesivă a solului de către roţile tractoarelor şi maşinilor agricole.

Compactarea solului ca urmare a presiunii exercitată de către pneurile tractoarelor şi maşinilor agricole (fig.1) este cel mai sever mod de compactare a solului, deoarece volumul de sol ce este compactat este foarte mare iar urmările se resimt pe o perioadă îndelungată de timp.

The effect of soil compaction is manifested in different ways, it depending on some physical properties of the soil: texture, structure, humidity, organic substances content etc. Generally the small dimensions of constituent particles and increased soil humidity creates conditions that favor the production of the soil compaction. The phenomenon is dependent on soil type, organic matter content, soil moisture, tire size, tire pressure and load on each wheel.

Experimental research on the state of farmland soil compaction, revealed the existence of a layer of compacted soil located in the horizon of 0-30 cm, whose position is determined by the applied technologies and technical means to carry out of agricultural work: with plow with band with mouldboard or with disc harrow (fig. 2).

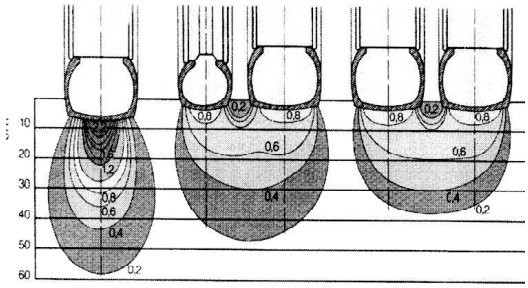


Fig. 1 - Isobar distribution in the soil mass tamped by the wheels / *Distribuția izobară în masa de sol tasată de roți*

Efectul de compactare a solului se manifestă în mod diferit, el depinzând de o serie de proprietăți fizice ale solului: textură, structură, umiditate, conținut de substanțe organice etc. În general dimensiunile reduse ale particulelor constituente şi o umiditate mărită a solului creează condițiile care favorizează producerea tasării solului. Fenomenul este dependent de tipul de sol, de conținutul de materie organică, de umiditatea solului, dimensiunile pneului, presiunea din pneu şi de sarcina pe fiecare roată.

Cercetările experimentale asupra stării de tasare a solurilor terenurilor agricole, au scos în evidență existența unui strat de sol tasat, situat în orizontul 0-30 cm, a cărui poziție este determinată de tehnologiile aplicate şi mijloacele tehnice utilizate la efectuarea lucrărilor agricole: cu plugul cu trupiță cu cormană sau cu grapa cu discuri (fig. 2).

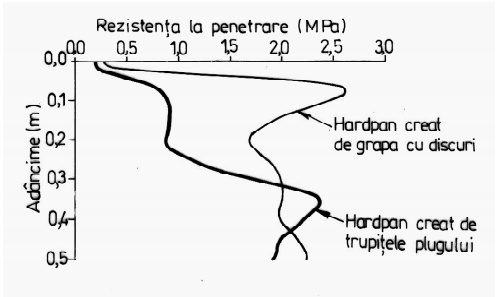


Fig. 2 - Soil penetration resistance depending on the weight of the plow and harrow discs penetration depth [1] / *Rezistența la penetrare a solului în funcție de greutatea plugului şi de adâncimea de pătrundere a discurilor grapei*

Effects of soil tamping

On agricultural lands with tamped soils, tillage, both those basic as well as those of maintenance is carried out with more energy consumption, are performed with high energy consumption, with high wear of working bodies and in qualitative terms are inadequate. Harvesting root and tuber plants in such soils is carried out with difficulty, with significant crop losses, quality of the harvest having to suffer.

Soil tamping is defined as an increase of soil apparent density with concomitant porosity reduction having the following consequences:

- reduction of gas diffusion in soil, which can cause plant's roots suffocation and a low level of root development;
- diminishing of microbial activity, with direct effects over slow decaying of organic matter incorporated in the soil;
- reducing water circulation in the soil mass, which can lead to longer stagnations of water on the soil's surface;
- difficulties in feeding the plants with nutrient substances as a result of the low level of root development.

Destroying of tamping soil layer is achieved by under soil surface works, the cost of these works being high.

MATERIAL AND METHOD

Analysis and identification of energetical nature variables, represented the next activity carried out within the researches, being developed primary studies and research on variables of energetic nature describing the propagation of acoustic energy. It shall be noted that, compared to classical models known in specialty literature, in the case of carried out research were considered the models described and explained through particles oscillation diagrams [1, 3, 5, 7]. Thus, were analyzed as describable energetic sizes: *accoustic impedance, density of accoustic energy*, in correlation

Efectele compactării solului

Pe terenurile agricole cu soluri compactate, lucrările solului, atât cele de bază cât si cele de întreținere, se efectuează cu consumuri mari de energie, cu uzuri mari ale organelor de lucru iar din punct de vedere calitativ sunt necorespunzătoare. Recoltarea plantelor rădăcinoase şi tuberculifere în astfel de soluri, se efectuează cu dificultate, cu pierderi însemnate de recoltă, calitatea recoltei având de suferit.

Compactarea solului este definită ca o creştere a densității aparente a solului cu reducerea concomitentă a porozității având următoarele consecințe:

- reducerea difuziei gazelor în sol, fapt ce poate produce asfixierea rădăcinilor plantelor şi la un nivel scăzut de dezvoltare a rădăcinilor;
- diminuarea activității microbiene, cu efecte directe asupra descompunerii lente a materiei organice încorporate în sol;
- reducerea circulației apei în masa solului, fapt ce poate produce stagnări mai îndelungate ale apei pe suprafața solului;
- dificultăți în alimentarea cu elemente nutritive ale plantelor ca urmare a nivelului scăzut de dezvoltare a rădăcinilor plantelor.

Distrugerea stratului de sol tasat se realizează prin lucrări de subsolaj, costul lucrării fiind ridicat.

MATERIAL ŞI METODĂ

Analiza şi identificarea variabilelor de natură energetică, a reprezentat activitatea următoare derulată în cadrul cercetărilor, fiind dezvoltate studii şi cercetări primare privind variabilele de natură energetică ce descriu propagarea energiei acustice. Se face mențiunea că, față de modelele clasice cunoscute în literatura de specialitate, în cazul cercetării derulate s-au luat în considerare modelele descrise şi explicitate prin intermediul diagramelor de oscilație a particulelor [1, 3, 5, 7]. Astfel au fost analizate ca mărimi energetice descriptibile: *impedanța acustică*, *densitatea de energie acustică*, în

with the primary physical parameters: the intensity and pressure of wave (figure 2).

Determining penetration resistance is a simple method of assessing the state of tamping of the soil, widely used in research on soil tillage and other agrotechnics elements, to highlight the seasonal dynamics of soil physical condition. This dynamic results, on one hand, from the variation during the year and under the influence of various agricultural technique measures of bulk density, especially in the in the arable layer and on the other hand, from the seasonal dynamics of humidity. Thus, determinations of penetration resistance can offer a combined image of the tamping and humidity effect status. But if is intended to study only the effect of the state of tamping, it is necessary to perform the determinations similar humidities.

To appreciate the physical condition of soil for determining the correlation between the state of tamping of soil and the resistance opposed when performing the agricultural works or at the plant's roots development or for determining the carrying capacity of the land, is used the technical procedure through which is measured "in situ" the resistance of the "undisturbed" soil to the penetration with a metallic standard body. The method is based on simultaneous measurement of the force to be applied to a standard conical body at the forced entry into the analyzed soil and of the penetration depth. To obtain conclusive results, the penetration speed must be kept strictly constant, in the range 1÷2 cm/s.

The introducing system of the standard conical body in the ground under the action of the pushing force created by a human operator present the following major drawbacks:

- variable speed with which it is introduced into the soil the conical body, this being dependent on physiological characteristics of the operator (weight, height, muscle strength);
- great physical effort submitted by the human operator, the maximum resistance to penetration reaching values of 1000 N.

The practice shown that for the same type of soil and the same penetrometer, the use of penetrometer by two operators with distinct physiological characteristics, leads to different values of the resistance to penetration.

Accuracy of measurement is closely related to the ability of pushing with a constant speed the penetrometer probe in the layer of tested soil, up to an imposed depth. Data collection for the entire zone necessary to achieve the georeferenced maps of the soil compaction consumes a long time, is expensive and often inconvenient.

Penetration resistance is influenced by the geometric characteristics of the conical body: angle at the top and base diameter of the cone. As a result of the broad limits ranging physico - mechanical properties of soils, different soil texture and moisture causes a widely variation of resistance to penetration, for which the geometric characteristics of the conical peak should be adapted accordingly to its value domain.

Values of peak angle of the conical body and of the cone base diameter are not worldwide unified. This makes it difficult to compare the results of the experimental determinations performed with bodies with different geometrical characteristics. In order to achieve the conversion of the results of measurements performed with different geometrical characteristics conical bodies it is necessary to achieve a calibration in laboratory of the penetrometers, by means of some standard soils, whose properties are known.

U.S. ASAE S313.2DEC94 standard provides the value of 30° for the peak angle and for the base diameter of the cone provides two values: 12.83 mm (basis area 130

corelație cu parametrii fizici primari: intensitatea şi presiunea undei (fig. 2).

Determinarea rezistenței la penetrare este o metodă simplă de evaluare a stării de tasare a solului, mult utilizată în cercetări privind lucrările solului şi alte elemente de agrotehnică, pentru a pune în evidență dinamica sezonieră a stării fizice a solului. Această dinamică rezultă, pe de o parte, din variația pe parcursul anului şi sub influența diferitelor măsuri agrotehnice a densității aparente, îndeosebi în stratul arabil, iar pe de alta, din dinamica sezonieră a umidității. Astfel, determinările de rezistență la penetrare pot oferi o imagine combinată a efectului stării de tasare şi umidității. Dacă însă se doreşte să se studieze numai efectul stării de tasare, este necesară efectuarea determinărilor la umidități similare.

Pentru aprecierea stării fizice a solului, în vederea determinării corelației dintre starea de compactitate a solului cu rezistența opusă la executarea lucrărilor agricole sau la dezvoltarea rădăcinilor plantelor culturilor agricole sau pentru determinarea capacității portante a terenului, se utilizează procedeul tehnic prin care se măsoară „in situ" rezistența solului „nederanjat" la penetrarea cu un corp metalic etalon. Metoda se bazează pe măsurarea concomitentă a forței care trebuie aplicată unui corp conic etalon la pătrunderea forțată în solul supus analizei şi a adâncimii de pătrundere. Pentru a se obține rezultate concludente viteza de penetrare trebuie menținută riguros constantă, în intervalul 1÷2 cm/s.

Sistemul de introducere a corpului conic etalon în sol sub acțiunea forței de apăsare creată de un operator uman prezintă următoarele inconveniente majore:

- viteza variabilă cu care este introdus în sol corpul conic, aceasta fiind dependentă de caracteristicile anatomice ale operatorului (greutate, înălțime, forța musculară);
- efort fizic deosebit depus de operatorul uman, rezistența maximă la penetrare atingând valori de 1000 N.

Practica a demonstrat faptul că pentru un acelaşi tip de sol şi un acelaşi penetrometru, utilizarea penetrometrului de către doi operatori cu caracteristici anatomice distincte, conduce la obținerea unor valori diferite ale rezistenței la penetrare.

Precizia măsurătorilor este strâns legată de abilitatea de împingere cu o viteză constantă a sondei penetrometrului în stratul de sol testat, până la o adâncime impusă. Colectarea datelor pentru întreaga zonă necesară realizării harților geo-referențiale ale compactării solului consumă un timp îndelungat, este costisitoare şi adesea neconvenabilă.

Rezistența la penetrare este influențată de caracteristicile geometrice ale corpului conic: unghiul la vârf şi diametrul bazei conului. Ca urmare a limitelor largi în care variază proprietăților fizico – mecanice ale solurilor, textura şi umiditatea diferită a solurilor provoacă o variație în limite largi a rezistenței la penetrare, fapt pentru care caracteristicile geometrice ale vârfului conic trebuie adaptate corespunzător domeniului de valori ale acesteia.

Valorile unghiul la vârf al corpului conic şi al diametrului bazei conului nu sunt unificate pe plan mondial. Acest lucru îngreunează compararea rezultatelor determinărilor experimentale efectuate cu corpuri conice cu caracteristici geometrice diferite. Pentru a se realiza convertirea rezultatelor măsurătorilor executate cu corpuri conice cu caracteristici geometrice diferite este necesar a se realiza o calibrare a penetrometrelor în condiții de laborator, cu ajutorul unor pământuri standard, ale căror însuşiri sunt cunoscute.

Standardul american ASAE S313.2DEC94 prevede pentru unghiul la vârf valoarea de 30° iar pentru diametrul bazei conului prevede două valori: 12,83 mm (aria bazei

mm^2) and 20.27 mm (basis area 323 mm^2).

The penetration resistance is influenced by the soil humidity, the resistance to penetration values being lower for soils with higher moisture. This fact imposes the necessity that every time when measurements are made with the penetrometer to be made determinations and on the soil moisture.

Construction of crawler module

The complex system for assessing the degree of compaction of soils consists of the following parts:

- The energetic self-propelled system, on rubber crawler, providing the autonomous transport to the whole equipment on the land surface under study (Fig. 3);
- the electronic penetrometer with digital display Eijkelkamp Penetrologger (Fig. 4);
- hydrostatically operated device for the introduction with constant speed of the penetrometer rod into the soil (Fig. 5);
- Global positioning system GPS;
- Portable electronic computer;
- Hydrostatic energy and electric power source(1.6 kW electric generator).

The technical solutions adopted in the activity of design and production of the module took into account the desire that the entire system can be served by a single operator. The propulsion system with elastic crawler belt type ensures the accessibility of the module on lands with reduced carrying capacity, being acted by a 4 stroke Honda type thermal engine with the power of 4 kW, the travel gears (three gears forward + one backward) within the range 1.80÷5 km/h. Each caterpillar is independently driven by a steering clutch, which provides an excellent handling of the whole system on the agricultural lands surface.

130 mm^2) şi 20,27 mm (aria bazei 323 mm^2).

Rezistența la penetrare este influențată de umiditatea solului, valorile rezistenței la penetrare fiind mai mici în cazul solurilor cu umiditate mai mare. Acest lucru impune necesitatea ca de fiecare dată când se fac determinări cu penetrometrul să se facă determinări şi asupra umidității solului.

Construcția modulului şenilat

Sistemul complex pentru evaluarea gradului de compactare a solurilor este format din următoarele părți principale;

- sistemul energetic autopropulsat, pe şenile de cauciuc, care asigură transportul autonom al întregului echipament pe suprafața terenurilor supuse studiului (fig. 3);
- penetrometrul electronic cu afişare digitală Eijkelkamp Penetrologger (fig. 4);
- dispozitivul cu acționare hidrostatică pentru introducerea cu viteză constantă a tijei penetrometrului în sol (fig. 5);
- sistemul de poziționare globală GPS;
- calculatorul electronic portabil;
- sursa de energie hidrostatică şi electrică (generator electric 1,6 kW).

Soluțiile tehnice adoptate în activitatea de concepție şi realizare a modulului au avut în vedere deziderатul ca întregul sistem să poată fi deservit de către un singur operator. Sistemul de propulsie de tip cu şenilă elastică asigură accesibilitatea modulului pe terenuri cu capacitate portantă redusă, fiind acționat de la un motor termic în 4 timpi tip Honda cu puterea 4 kW, vitezele de deplasare (trei trepte înainte + una înapoi) cuprinse în intervalul 1,80÷5 km/h. Fiecare şenilă este acționată independent prin intermediul unui ambreiaj de direcție, fapt ce asigură o manevrabilitate excelentă a întregului sistem pe suprafața terenurilor agricole.

Fig. 3 - Crawler transport system /
Sistemul de transport pe şenile

Fig. 4 - Eijkelkamp Penetrologger digital penetrometer /
Penetrometrul digital Eijkelkamp Penetrologger

To insert into the soil at a constant speed the cone of penetrometer up to a depth of 80 cm was designed and produced a mechanical guidance system, hydrostatically operated (fig.5).

The metallic framework of the guiding deviceon which is fixed the penetrometer body is mounted on the mini carrier crawler chassis through a mechanism for suspension, with three-point attachment system, independently driven through two hydraulic cylinders. The construction of the linkage and actuating system of the two hydraulic cylinders ensures vertical position adjustment of the metal frame by the vertical of place, so that the force applied on the soil by penetrometer and the penetration direction to be that vertical.

Pentru introducerea în sol cu o viteză constantă a conului penetrometrului până la adâncimea de 80 cm a fost proiectat şi realizat un sistem mecanic de ghidare, acționat hidrostatic (fig.5).

Cadrul metalic al dispozitivului de ghidare pe care este fixat corpul penetrometrului este montat pe şasiul minitransportorului şenilat prin intermediul unui mecanism de suspendare, cu sistem de prindere în trei puncte, acționat independent prin intermediul a doi cilindri hidraulici. Construcția mecanismului de suspendare şi sistemul de acționare a celor doi cilindrii hidraulici asigură reglarea poziției verticale a cadrului metalic după verticala locului, astfel încât forța aplicată de penetrometru pe sol şi direcția de penetrare să fie cea verticală.

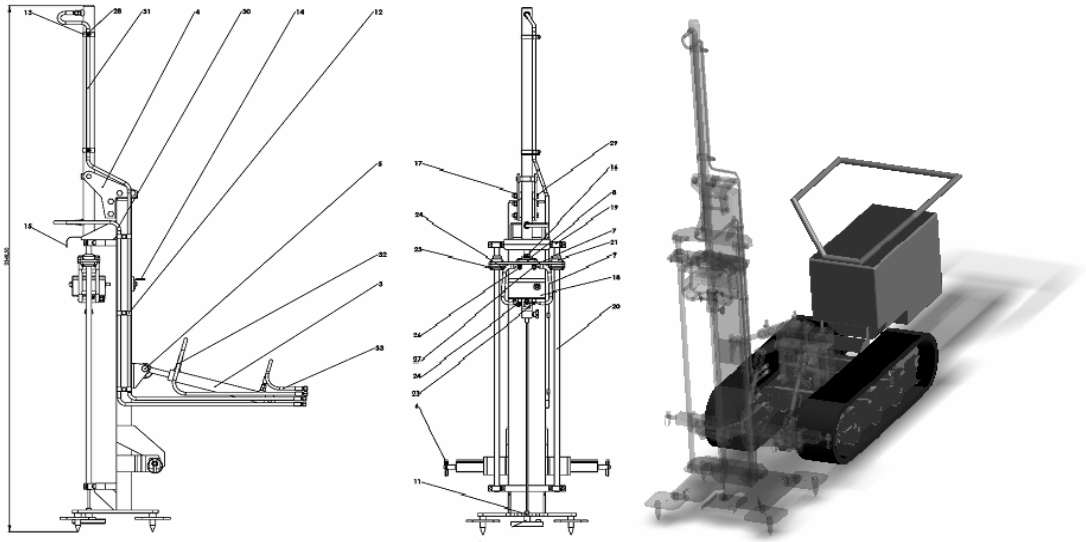


Fig. 5 - Device for operation with constant speed of the penetrometer's rod /
Dispozitiv pentru actionarea cu viteza constanta a tijei penetrometrului

The command of the two hydraulic cylinders to position the metal frame is performed by separate hydrostatic circuits, from to the driving position of the crawler module, by direct acting the hydraulic distributors.

The hydraulic actuating control circuit of the penetrometer which ensures the constant speed lowering phases, with the limiting the value of piston rod force to 1000 N and of lifting of it, is electrical through a joistik positioned on the vertical beam metal frame.

The driving system with hydrostatic cylinder for the introduction with constant speed of the penetrometer rod into the soil is driven by an electric motor with 800 W power, and supplying voltage of 220 V. The electricity source is represented by electrical single phase generator type Honda EU 20i.

Comanda celor doi cilindri hidraulici, de poziționare a cadrului metalic se realizează prin circuite hidrostatice separate, de la postul de conducere al modului şenilat, prin acționarea directă a distribuitoarelor hidraulice.

Sistemul de comandă al circuitului hidraulic de acționare al penetrometrului care asigură fazele de coborâre cu viteză constantă, cu limitarea valorii forței din tija pistonului la 1000 N şi de ridicare a acestuia, este electric prin intermediul unui joistik poziționat pe montantul cadrului metalic.

Sistemul de acționare cu cilindru hidrostatic pentru introducerea cu viteză constantă a tijei penetrometrului în sol este acționat de la un motor electric cu puterea de 800 W, tensiunea de alimentare 220 V. Sursa de energie electrică o constituie un generator electric monofazat de tip Honda EU 20i.

Fig. 6 - Global positioning system / *Sistemul de poziționare globală*

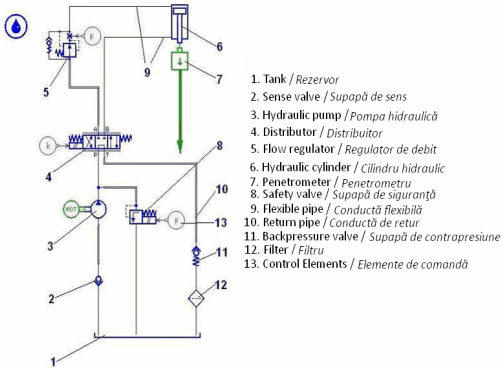


Fig. 7 - Hydraulic equipment chart / *Schema echipamentului hidraulic*

RESULTS

Data collected with the geographical coordinates corresponding to determining points measured by a GPS receiver, can be transferred to a personal computer where, a geographic information system (GIS) processes them to produce maps containing information on the state of soil compaction. Thus, the farmer can observe how soil compaction varies at different depths on the monitored field, at different time intervals or after specific agricultural works.

Unlike manually operated penetrometers, this system has the following advantages:

- greatly decreases the measuring time;
- maintain a constant penetration speed;
- applies a force directed vertically regardless of the land surface state;
- allows measurement and registration geo-referenced

REZULTATE

Datele colectate, împreună cu coordonatele geografice corespunzătoare punctelor de determinare măsurate de un receptor GPS, pot fi transferate la un calculator personal, unde un sistem informatic geografic (GIS) le procesează pentru a produce hărți care conțin informațiile asupra stării de compactare a solului. Astfel, fermierul poate observa cum variază compactarea solului la diferite adâncimi pe terenul monitorizat, la diferite intervale de timp sau după efectuarea unor lucrări agricole specifice.

Spre deosebire de penetrometrele cu acționare manuală, acest sistem are următoarele avantaje:

- scade foarte mult timpul de măsurare;
- menține o viteza de penetrare constantă;
- aplică o forță orientată pe verticala indiferent de starea suprafeței terenului;
- permite măsurarea şi înregistrarea geo-referențială a

of data on strength of the penetrometer with cone;
- allows complete testing, including anchoring of the equipment and recording data in the toughest conditions and places;
- the soil compaction maps can provide two types of information: values of the penetrometer with cone strength; areas and depths where soil compaction is possible;
- making of interpolated maps for the values of penetrometer with cone strength measured at different time intervals, using the geostatistical technique and then comparing the maps obtained can detect the persistence or change in the state of compaction in the spatial patterns along the time;
- measurements made using the electronic penetrometer, combined with advanced geostatistical methods, can provide to farmers informations on compacted areas and depth of compaction, to apply recovery measures only in those areas and therefore minimizing the cost.

These maps on which is featured the spatial variability of the soil compaction, allow to managers and users of farm systems, forestry, of environmental and organic, to assess themselves the state of the soil compaction and to identify the areas where need to be implemented special measures of soil management: of type “no tillage” or “minimum tillage”.

CONCLUSIONS

The soil compaction can be prevented following on taking of some measures related to how tillage and through measures of constructive nature on agricultural machinery.

The measures on how tillage refer to: performance of agricultural works in conditions in which soil moisture is optimal; reducing the number of crossings on the land surface through the use of complex agricultural aggregates; aggregates traffic control on agricultural land surface, increasing the percentage of organic matter contained in the mass of soil.

Compaction is the result of a lack of organic matter into the soil, the use of heavy equipment, execution of excessive works of soil and a land surface intense traffic while the soil is highly wet.

The soil compaction can be prevented following on taking of some measures on how tillage and of constructive nature concerning agricultural machinery: performance of agricultural works in the conditions in which the soil moisture is optimal; reducing the number of passes on the surface of agricultural land through the use of complex aggregates; reducing pressure on the the soil surface through the use of tires in radial construction, of low tire pressure, with the size of balloon as possible large, twin wheel or elastic caterpillars; reduction of loads on the axles of tractors, combine harvesters and agricultural machines by increasing the number of axles (current provisions limit axle load to 5 kN); ncreasing the percentage of organic matter contained in the of soil mass.

REFERENCES

[1]. Loghin Fl., Rus Fl. (2011) - *Research on soil compaction caused by the tires of agricultural aggregates with variable mass*, Proceedings of the 3rd International Conference „Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences”, Lozenec/Bulgaria;
[2]. Rus Fl. (1985) - *Agricultural machinery for soil tillage, crop planting and maintenance,* Transylvania University Brasov;
[3] Rus Fl. (20050 - *Management of soil compaction*. In Proceedings of 7th National Conference on Environmental Protection in Biotechnology Agriculture, Forestry, Food and Public Health, Brasov.

datelor privind rezistența penetrometrului cu con;
- permite efectuarea testelor complete, inclusiv ancorarea echipamentului şi înregistrarea datelor în cele mai grele condiții şi locuri;
- hărțile de compactare a solului pot furniza doua tipuri de informații: valori ale rezistenței penetrometrului cu con; zonele şi adâncimile unde eventual apare compactarea solului;
- realizarea hărților interpolate pentru valorile rezistenței penetrometrului cu con măsurate la intervale de timp diferite, folosind tehnica geostatistică şi apoi comparând hărțile obținute se poate detecta persistența sau schimbările stării de compactare în tiparele spațiale de-a lungul timpului;
- măsurătorile realizate folosind penetrometrul electronic, combinat cu metode geostatistice avansate, pot furniza fermierilor informații privind zonele compactate şi adâncimea de compactare, pentru a aplica măsuri de recuperare numai în acele zone şi, prin urmare, minimizând costul.

Aceste hărți, pe care este figurată variabilitatea spațială a compactării solului, permit managerilor şi utilizatorilor sistemelor de exploatații agricole, forestiere, de mediu şi ecologice, să evalueze singuri starea de compactare a solului şi să identifice zonele în care este necesar a fi implementate măsuri speciale de management al solului: de tipul no tillage sau minimum tillage.

CONCLUZII

Compactarea solului poate fi prevenită în urma luării unor măsuri referitoare asupra modului de executare a lucrărilor agricole şi prin măsuri de natură constructivă privind utilajele agricole.

Măsurile legate de modul de executare a lucrărilor agricole se referă la: executarea lucrărilor agricole în condițiile în care solul se află la umiditatea optimă; reducerea numărului de treceri pe suprafața terenului prin utilizarea agregatelor agricole complexe; controlul traficului agregatelor agricole pe suprafața terenului, creşterea procentului de materie organică conținută în masa solului.

Compactarea este rezultatul lipsei materiei organice în sol, utilizarea unor echipamente grele, executarea unor lucrări excesive ale solului şi un trafic intens pe suprafața terenului în condițiile în care solul este foarte umed.

Compactarea solului poate fi prevenită în urma luării unor măsuri legate de modul de executare a lucrărilor agricole şi de natură constructivă privind utilajele agricole: executarea lucrărilor agricole în condițiile în care solul se află la umiditatea optimă; reducerea numărului de treceri pe suprafața terenului prin utilizarea agregatelor agricole complexe; reducerea presiunii pe suprafața solului prin utilizarea pneurilor în construcție radială, a pneurilor de joasă presiune, cu dimensiunea balonului cât mai mare, a roților jumelate sau a şenilelor elastice; reducerea sarcinilor pe osiile tractoarelor, combinelor de recoltat şi maşinilor agricole prin majorarea numărului de punți (prevederile actuale limitează sarcina pe punte la 5 kN); creşterea procentului de materie organică conținută în masa solului.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Loghin Fl., Rus Fl. (2011) - *Cercetarea compactării solului produsă de anvelopele agregatelor agricole cu masă variabilă*, Proceedings of the 3rd International Conference „Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences”, Lozenec/Bulgaria;
[2]. Rus Fl. (1985) - *Maşini agricole pentru lucrările solului, semănat şi întreținerea culturilor*, Universitatea *Transilvania* Braşov;
[3]. Rus Fl. (2005) - *Managementul compactării solurilor.* Lucrările celei de a 7-a Conferințe Naționale pentru Protecția Mediului prin Biotehnologii Agricole, Silvice, de Alimentație şi Sănătate Publică, Braşov.

WRITING NORMS / *NORME DE REDACTARE*

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);

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);

3. Reviews: Submissions of reviews and perspectives covering topics of current interest are welcome and encouraged (max. 8 pages).

Review Process

All manuscripts are reviewed by the 2 members of the Scientifically Review. Decisions will be made as rapidly as possible, and the journal strives to return reviewers' comments to authors in approx. 3 weeks. The editorial board will re-review manuscripts that are accepted pending revision.

NOTE: Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before (excepting as an abstract or as part of a published lecture, or thesis) that it is not under consideration for publication elsewhere.

1. REGULAR ARTICLES

- All portions of the manuscript must be typed *single-spaced, A4***,** top and bottom: 2 cm; left: 2.3 cm; right: 1.7 cm, font: **Arial,** size 9 pt, except the title which will be 11 pt. and explicit figures, which will be 8 pt.
- Text paper will be written in two equal columns of 8.3 cm, 0.4 cm space between them, except the title, authors and their affiliations, tables, figures, graphs and equations to be entered once.
- Text will be written in English in the left column, respectively in native language in the right column.
- The chapter titles are written Uppercase (eg: INTRODUCTION, MATERIAL AND METHODS), between chapters is left a space for 9 pt. At the beginning of each paragraph to leave a tab of 0.5 cm.
- The paper will be written in Word, "Justify" alignment;
- The paper should be transmitted by E-mail.
- There are allowed 2 papers by each first author.

The **Title** should be a brief phrase describing the contents of the paper. PAPER'S TITLE will be uppercase*,* Bold (the title in English language) and *Bold italic (the title in native language),* center, 11 pt. Under the paper's title, after an space (enter) 9 pt., write *authors' names* (eg: Vasilescu G.). (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

Tipuri de Articole

Trei tipuri de manuscris pot fi trimise:

1. Articole obişnuite (normale): acestea trebuie să descrie cercetări noi şi confirmate, iar procedurile experimentale să fie descrise pentru a putea fi verificate in detaliu, fără a leza dreptul de proprietate intelectuală. Mărimea unei lucrări trebuie să cuprindă minimul necesar pentru a descrie şi interpreta în mod clar conținutul (ma.8 pagini);

2. Comunicări scurte: o comunicare scurtă este folosită pentru înregistrarea rezultatelor din investigații complete de dimensiuni reduse sau pentru a oferi detalii despre modele noi de ipoteze, metode inovative, tehnici sau infrastructuri. Tipul secțiunilor (capitolelor) principale nu trebuie să fie neapărat în concordanță cu articolele normale (max. 6 pagini);

3. Sintezele: Prezentarea unor comentarii şi perspective acoperind subiecte de interes actual sunt binevenite şi încurajate (maxim 8 pagini).

Procesul de evaluare (recenzie)

Toate manuscrisele sunt evaluate de către 2 membri ai Comitetului Ştiințific. Deciziile vor fi luate cât mai rapid posibil şi revista va returna comentariile evaluărilor înapoi la autori în aproximativ 3 săptămâni. Conducerea editorială va reevalua manuscrisele care sunt acceptate în vederea publicării în revistă.

Notă: Sunt acceptate numai lucrările care nu au mai fost publicate anterior. În cazul în care autorii trimit spre publicare lucrări ce conțin date, informații, capitole, etc., din alte lucrări publicate anterior şi nu se fac referiri la acestea în text, răspunderea aparține acestora.

1. ARTICOLE OBIŞNUITE

- Toate capitolele manuscrisului trebuie să fie scrise *single-spaced, A4***,** sus şi jos: 2 cm; stânga: 2.3 cm; dreapta: 1.7 cm, font: **Arial,** mărime 9 pt, cu excepția titlului care se scrie cu 11 pt. şi figurile explicite, care se scriu cu 8 pt.
- Textul lucrării va fi scris în două coloane egale de 8.3 cm, 0.4 cm spațiul dintre ele, exceptând titlul, autorii şi afilierea acestora; tabelele, figurile şi ecuațiile care nu se scriu pe coloane ci pe toată pagina (vezi modelul ataşat);
- Textul se va scrie în limba engleză în coloana din stânga, respectiv în limba maternă - coloana din dreapta.
- Titlurile capitolelor sunt scrise cu majuscule (ex: INTRODUCERE, MATERIAL ŞI METODE), între capitole se lasă un spațiu de 9 pt. La începutul fiecărui paragraf se lasă un "tab" de 0.5 cm;
- Lucrarea va fi scrisă în Word, aliniere "Justify".
- Lucrarea trebuie trimisă prin e-mail.
- Sunt permise max. 2 lucrări ca prim autor.

Titlul trebuie să fie o frază scurtă care să descrie conținutul lucrării. Acesta *va fi scris cu majuscule, centrat*, mărime: 11 pt.*,* bolduit, (titlul in engleză) şi *bolduit italic (titlul în limba maternă)*. Sub titlul lucrării după un spațiu de 9 pt., se scriu numele autorilor (ex: Vasilescu G.) (9 pt., bold), imediat sub numele autorilor se scrie: afilierea autorilor (9 pt., normal) iar pe următorul rând: telefonul, faxul, e-mailul corespunzător celui care a trimis lucrarea - primului autor (8 pt., italic).
Titlul trebuie să fie scurt, specific şi informativ. Evitați titlurile lungi, un titlu de sub 100 caractere este recomandat (fără spații).

Rezumatul trebuie să fie informativ şi uşor de înțeles; prezentați pe scurt topica, stadiul experimentelor, date semnificative, şi evidențiați descoperirile majore şi concluziile. Rezumatul trebuie să cuprindă între 100 şi 300 cuvinte. Propozițiile complete, verbele active, şi persoana a III-a trebuiesc folosite (rezumatul să fie scris la timpul trecut). Se va utiliza nomenclatura standard iar abrevierile

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.

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

trebuiesc evitate. Nu se vor utiliza citări de lucrări în "rezumat" (font: 9 pt., titlu - *bold italic*; textul rezumatului - *italic*).

Cuvinte cheie: ca urmare a rezumatului, între 3 şi 10 cuvinte cheie trebuiesc listate, aceste oferind referinţe de indexare (font: 9 pt., **bold italic** – titlul şi 9 pt., *italic* - textul).

Trebuie adăugată o listă de abrevieri specifice. În general, aceste abrevieri se folosesc atunci când termenul folosit este foarte lung şi des întâlnit în lucrare. Fiecare abreviere ar trebui introdusă în paranteză pentru prima dată când este folosită în text. Doar unităţi din SI trebuiesc folosite. Autorii trebuie să folosească prezentarea Solidus (mg/ml). Abrevierile standard (ca ATP sau ADN) nu trebuiesc definite.

INTRODUCEREA trebuie să ofere o expunere clară a problemei, esenţa relevantă a subiectului şi abordarea propusă sau soluţia. Aceasta trebuie să poată fi înţeleasă de către colegi din diferite domenii ştiinţifice.

MATERIALE ŞI METODE: trebuie să fie suficient de complete pentru a permite experimentelor să fie reproduse. Totuşi, numai metodele cu adevărat noi trebuie descrise în detaliu; metodele publicate anterior trebuie citate; modificările importante ale metodelor publicate trebuie menţionate pe scurt. Scrieţi cu majuscule denumirile comerciale şi includeţi numele şi adresa producătorilor. Subcapitolele trebuie utilizate. Metodele utilizate în general, nu trebuie descrise în detaliu.

REZULTATELE trebuie prezentate cu claritate şi precizie. Acestea trebuie scrise la timpul trecut, atunci când descriu constatările în experimentele autorilor. Rezultatele trebuie să fie explicite, dar în mare măsură, fără a se face referire la literatura de specialitate. Discuţiile, speculaţiile şi interpretarea detaliată a datelor nu trebuie să fie incluse în rezultate, ci trebuie incluse în capitolul Concluzii. Subcapitolele trebuie utilizate.

CONCLUZIILE trebuie să interpreteze constatările în ceea ce priveşte rezultatele obţinute în această lucrare şi în studiile anterioare pe această temă. Concluziile generale vor fi prezentate în câteva fraze la sfârşitul lucrării. Rezultatele şi discuţiile pot include subpoziţii, şi atunci când este cazul, ambele secţiuni pot fi combinate.

Mulţumirile către oameni, cei care au acordat burse, fonduri, etc., trebuie să fie scurte (dacă este necesar).

Tabelele trebuie menţinute la un nivel minim şi să fie proiectate pentru a fi cât mai simple posibil. Tabelele vor fi scrise la un rând, inclusiv titlurile şi notele de subsol. Fiecare tabel trebuie scris pe întreaga lăţime a paginii, între textul în care se face trimitere; coloanele sunt eliminate - o singură coloană (vezi ataşat modelul). Tabelele trebuie să fie auto-explicative, fără referire la text. Detaliile cu privire la metodele utilizate în experimente trebuie să fie, de preferinţă, descrise în legendă şi nu în text. Aceleaşi date nu trebuie prezentate atât în tabel cât şi sub formă grafică (decât dacă este absolut necesar) sau repetate în text. Titlul tabelului va fi scris centrat, bold (în engleză) şi bold italic (în limba maternă), separate de un slash (/). În tabel, fiecare rând va fi scris în limba engleză (9 pt., normal) / limba maternă (9 pt., italic). Tabelul şi numărul acestuia se scrie aliniat la dreapta, bold - în limba engleză şi bold italic în limba maternă, despărţite de un slash (/).

Figurile trebuie scrise în ordine numerică. Grafica trebuie realizată utilizând aplicaţii capabile să genereze JPEG de

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* (size: 8 pt.)

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. 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 M.A. (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, Vlăduț V, Imbrea F, Petroman C (2009) - *Cosmos programm 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 - Croația, ISSN 1333-2651, pg. 177÷184.

Book:

[1]. Vlăduț V (2009) - *Studiul procesului de treier în aparatul cu flux axial*, Editura "Terra Nostra", ISBN 973-1888-26-8, Iasi - Romania.

Book Chapter:

[1]. Vlăduț V (2009) - Considerații şi ipoteze privind modelarea unui proces de treier şi separare. In: *Studiul*

înaltă rezoluție, înainte de a introduce în dosarul manuscris Microsoft Word (Insert - From File - ... JPEG). Folosiți cifre arabe, pentru a desemna cifre şi litere majuscule pentru părțile lor (Figura 1). Începeți fiecare legendă cu un titlu care să includă o descriere suficientă, astfel încât figura să poată fi înțeleasă, fără citirea textului din manuscris. Informațiile furnizate în legende, nu trebuie repetate în text. Fiecare figură trebuie introdusă pe întreaga lățime a paginii, în text, acolo unde se face referire, o singură coloană (vezi ataşat eşantion), centrat. Lăsați un spațiu între figură şi textul figurii, mărimea: 3 pt.; numărul figurii va fi scris cu bold, 8 pct., centrat, urmat de ceea ce reprezintă figura sau graficul, scris cu 8 pt., normal. Prima dată se scrie textul în limba engleză (normal), urmat de un slash (/) apoi textul în limba maternă (italic). Exemplu:

Fig. 1 - Test stand / *Stand de testare* (mărimea: 8 pt.)

Figurile introduse trebuie să fie "*In line with text*" - Center, nu "*Square*"; "*Tight*"; "*Behind text*" or "*In front of text*" (din "*Format picture*" - butonul dreapta mouse pe figură şi apoi "*Layout*").

Formulele matematice, ecuațiile: autorii trebuie să furnizeze instrucțiuni privind modul de simbolizare şi de ecuații stabilite şi utilizate. Ecuațiile trebuie numerotate secvențial, în partea dreaptă şi în paranteze. Ele trebuie menționate în text ca ecuația (4) sau Ex. (4). Fiecare ecuație trebuie scrisă pe întreaga lățime a paginii, în text, acolo unde se face referire, o singură coloană (vezi ataşat model).

REFERINȚELE: se fac în text; o referință identificată prin intermediul [1], [2], ...[n], se scrie în ordinea în care a fost trecută la sfârşitul lucrării - ordine alfabetică.

Exemplu:

[1], [2], [3], ..., [n]

Referințele trebuie prezentate la sfârşitul lucrării în ordine alfabetică. Articole în curs de pregătire sau articole trimise spre publicare, observațiile nepublicate, comunicările cu caracter personal, etc, nu trebuie incluse în lista de referință, dar pot fi menționate în textul lucrării (exemplu, A. Danciu, Universitatea din Bucureşti, România, comunicare personală). Autorii sunt pe deplin responsabil pentru exactitatea referințelor.

Exemple:

Jurnal / Revistă

[1]. 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, pg. 50-55;

[2]. Pirna I, Nicolescu M., Marin M., Voicea I (2009) - *Alimentarea alternativă a tractoarelor agricole cu uleiuri vegetale crude,* INMATEH - Inginerie Agricolă, vol. 29, nr. 3 / 2009, ISSN 1583-1019, pg. 89-92.

Conferință / Simpozion

[1]. Bungescu S, Stahli W, Biriş S, Vlăduț V, Imbrea F, Petroman C (2009) - *Cosmos programm 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 - Croația, ISSN 1333-2651, pag. 177÷184.

Carte

[1]. Vlăduț V (2009) - *Studiul procesului de treier în aparatul cu flux axial*, Editura "Terra Nostra", ISBN 973-1888-26-8, Iaşi - România.

Capitol din carte

[1]. Vlăduț V (2009) - Considerații şi ipoteze privind modelarea unui proces de treier şi separare. În: *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 însămânțării*. 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.

procesului de treier în aparatul cu flux axial, Editura "Terra Nostra", ISBN 973-1888-26-8, pg. 61-69, Iaşi - România.

Disertaţii / Teze de doctorat

[1]. Constantinescu A (2010) - *Optimizarea agregatelor formate din tractoare de putere mare cu maşini agricole pentru pregătirea terenului în vederea însămânțării*. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Braşov, Braşov, România.

Unităţi, Abrevieri, Acronime

- unităţile metrice trebuie să fie, în general, SI, şi exprimate în formă prescurtată standard;
- acronimele pot fi acceptate, dar trebuie să fie definite la prima utilizare.

2. COMUNICĂRILE SCURTE

Comunicările scurte sunt limitate la maxim 2 figuri şi un tabel. Acestea trebuie să prezinte un studiu complet, care este mai limitat decât în cazul articolelor normale (de dimensiuni mai mari). Elementele de pregătire a articolelor normale (manuscriselor) enumerate mai sus se aplică şi la comunicările scurte, cu următoarele diferenţe: (1) Rezumatul este limitat la 100 cuvinte; (2) capitolele Materiale şi Metode, Procedurile experimentale pot fi scrise împreună, încorporând figurile şi tabelele; (3) Rezultatele şi Concluziile pot fi combinate într-o singură secţiune.

SINTEZELE

Sintezele, comentariile şi perspectivele acoperind subiecte de interes din domeniu sunt încurajate şi acceptate spre publicare. Sintezele trebuie să fie concise şi nu mai mari 8 pagini. Toate celelalte condiţii sunt similare cu cele de la articolele normale (obişnuite), enumerate mai sus.

Edited: ***INMA Bucharest***
6 Ion Ionescu de la Brad Bd., sect. 1, Bucharest
Tel: +4021.269.32.60; Fax: +4021.269.32.73
ISBN 978 - 973 - 0 - 11614 - 4
http://www.inma.ro/inmateh-agricultural engineering