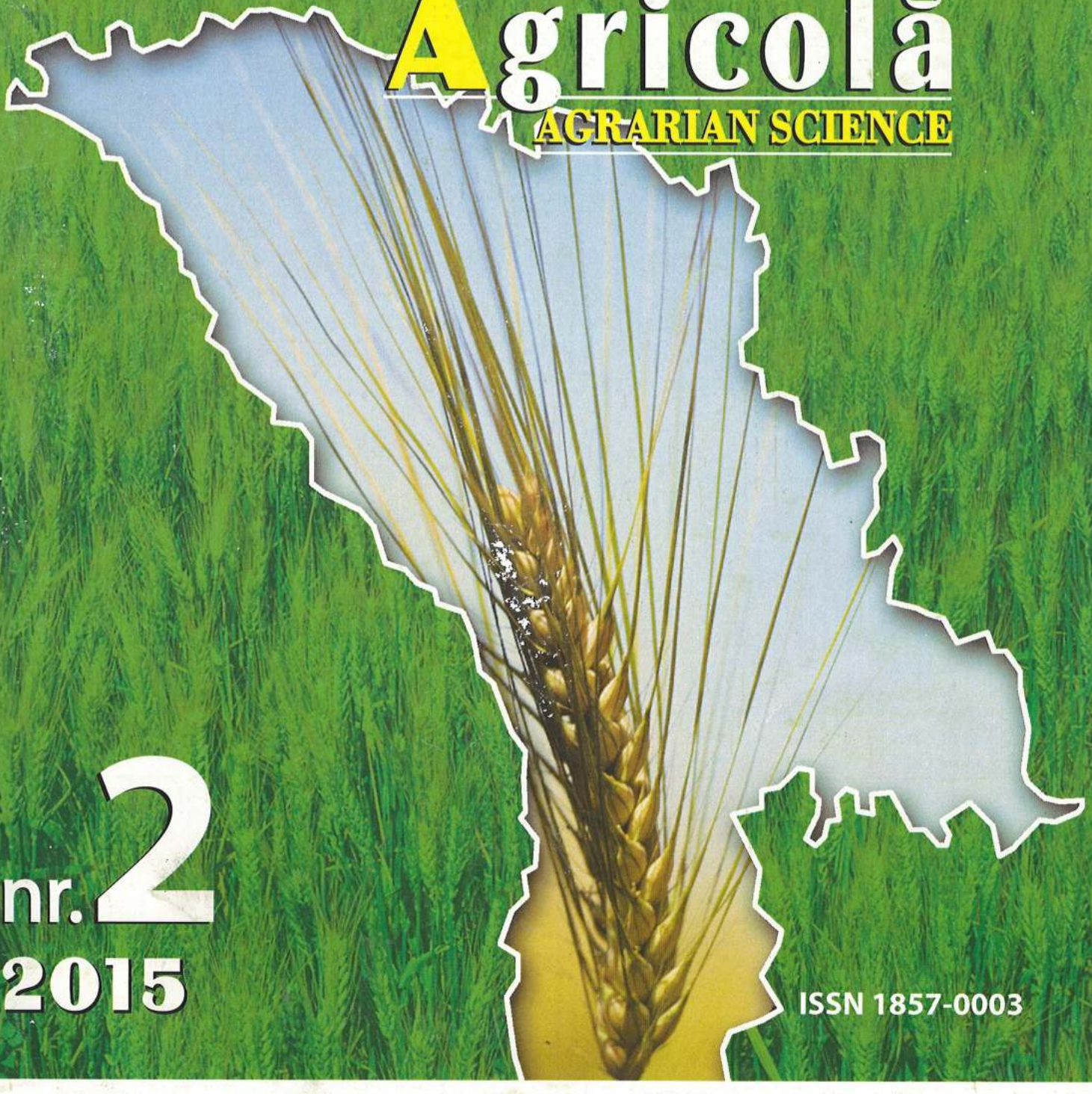
63(05)
Ş 85

DA NOBIS RECTA SAPERE

# Ştiinţa Agricolă

## AGRARIAN SCIENCE



nr. 2
2015

ISSN 1857-0003

Agrarian science * Ştiinţa agricolă * Agrarian science * Ştiinţa

Revista apare din anul 2005

**Fondatori:**
**Universitatea Agrară de Stat din Moldova**
**Institutul de Tehnică Agricolă „MECAGRO"**

The journal has been published since 2005

**Founders:**
**State Agrarian University of Moldova**
**Institute of Agricultural Technique „Mecagro"**

**Redactor-şef**
**Gheorghe CIMPOIEŞ,**
*doctor habilitat, profesor universitar, academician al AŞM*

**Redactor-şef adjunct**
**Nicolae STARCIUC,**
*doctor habilitat, profesor universitar interimar*

**Colegiul de redacţie**
**Ion HĂBĂŞESCU,**
*doctor habilitat, membru corespondent al AŞM*
**Vasile VRANCEAN,**
*doctor, conferenţiar universitar*
**Gerard JITĂREANU,**
*doctor, profesor universitar (România)*
**Radu SESTRAŞ,**
*doctor, profesor universitar (România)*
**Florin STĂNICĂ,**
*doctor, profesor universitar (România)*
**Victor ŞEREMET,**
*doctor habilitat, profesor universitar*
**Alexandru FRECĂUŢEANU,**
*doctor habilitat, profesor universitar*
**Nicolae EREMIA,**
*doctor habilitat, profesor universitar*
**Ion BACEAN,**
*doctor, conferenţiar universitar*
**Oleg HORJAN,**
*doctor, conferenţiar universitar*

**Redactor-coordonator**
**Viorica LUPU**
**Revizuire text în limba engleză**
**Nina PUŢUNTEAN**

**Editor-in-Chief**
**Gheorghe CIMPOIES**
*Doctor Habilitatus, Professor, Academician of the Academy of Sciences of Moldova*

**Deputy Editor-in-Chief**
**Nicolae STARCIUC,**
*Doctor Habilitatus, Professor*

**Editorial Board**
**Ion HABASESCU,**
*Doctor Habilitatus, Corresponding Member of the Academy of Sciences of Moldova*
**Vasile VRANCEAN,**
*Ph. D., Associate Professor*
**Gerard JITAREANU,**
*Ph. D., Professor (Romania)*
**Radu SESTRAS,**
*Doctor Habilitatus, Professor (Romania)*
**Florin STANICA,**
*Doctor Habilitatus, Professor (Romania)*
**Victor SEREMET,**
*Doctor Habilitatus, Professor*
**Alexandru FRECAUTEANU,**
*Doctor Habilitatus, Professor*
**Nicolae EREMIA,**
*Doctor Habilitatus, Professor*
**Ion BACEAN,**
*Ph. D., Associate Professor*
**Oleg HORJAN,**
*Ph. D., Associate Professor*

**Coordinating Editor**
**Viorica LUPU**
**English-Language Style Edition**
**Nina PUTUNTEAN**

**Adresa redacţiei:**
Universitatea Agrară de Stat din Moldova
str. Mirceşti 44, Chişinău, MD 2049
Tel.: 022 312258; Fax: 37322 312276
E-mail: stiintaagricola@uasm.md

**Address:**
State Agrarian University of Moldova
44, Mircesti Street, Chisinau, MD 2049
Phone.: 022 312258; Fax: 37322 312276
E-mail: stiintaagricola@uasm.md

**UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT DIN MOLDOVA**
ISSN 1857-0003
http://www.uasm.md/ro/stiintaagricola

# AGRARIAN SCIENCE

# ŞTIINŢA AGRICOLĂ

**Nr. 2**
**2015**

**Chişinău 2015**

## CUPRINS


***Angela PATLATÂI, Valentin ŞTIRBU***
Evaluarea formelor parentale ale hibrizilor competitivi de porumb ..... 3

***Eugenia PARTAS***
Evaluarea performanţei heterozis la analogii MRf a liniilor de porumb ..... 7

***Valentina ANDRIUCĂ, Lucia MACRII***
Indicii fizico-mecanici şi utilizarea lor în evaluarea gradului de degradare antropică a solului ..... 12

***Н.Г. ПАМУЖАК, В.Г. НИКУШОР***
Эффективность послевсходовых гербицидов в борьбе с сорняками в посевах сахарной свеклы ..... 19

***В. Л. ПУЮ***
Черноголовник многобрачный (*Poterium polygamum waldst et kit.*) – перспективный интродуцент для среднего приднестровья юго-западной лесостепи Украины и гипотетически для Молдовы ..... 25

***Kostadin KOSTADINOV***
The use of Black Sea Sapropels as amendment for growing eggplants (*Solanum melongena L.*) ..... 31

***В. В. КАЛИТКА, М. В. КАПИНОС***
Оптимизация продукционного процесса гороха (*Pisum sativum L.*) в условиях Южной Степи Украины ..... 36

***В.С. СТРОЯНОВСКИЙ, И.П. РИХЛИВСКИЙ***
Математико-статистическая оценка среднеранней группы сортов картофеля на предмет их национального приоритета ..... 42

***Г.Г. ГРИНИК, О.Ю. ГРОМЯК***
Исследование влияния горизонтального расположения деревьев на товарную структуру сосновых древостоев в разных типах лесорастительных условий ..... 48

***Dumitru ŞEREMET, Grigore MARIAN***
Determinarea distribuţiei temperaturii în straturile compensatoare de uzură a pieselor recondiţionate cu materiale compozite polimerice ..... 55

***Л.Ф. ВОЛКОНОВИЧ, М.Г. КУШНИР, А.Л. ВОЛКОНОВИЧ, О.Г. СТЕПКА, В.Е. СЛИПЕНКИ, И.И. КИРИЯК, А.Г. ПОПА***
Разработка и систематизация алгоритмов управления электрооборудованием энергосберегающих технологических линий обработки молока ..... 61

***П. А. САВИНЫХ, В. Н. НЕЧАЕВ, С. Ю. БУЛАТОВ, Б. Г. НАЗАР***
Результаты исследований по оптимизации конструктивно – технологических параметров дробилки с пневматической загрузкой материала ..... 69

***Л.М. ТИБИЛОВА, А.А. КОСТЫШИН***
Экологическая стабильность территории многолетних насаждений ..... 76

***Susana MODVALA***
Dinamica familiilor de albine şi suprafeţelor de culturi nectaro-polinifere în Republica Moldova ..... 81

***Tatiana MARDARI***
Variaţia compoziţiei chimice a cărnii de iepure de casă în funcţie de vârstă ..... 88

***Т.А. ЛУПОЛОВ, В.С. ПЕТКУ, В.Н. НАУМЕНКО, Е.Ю. ГУМИНСКАЯ***
Структура локуса aS1-CN у крупного рогатого скота и его взаимосвязь с молочной продуктивностью ..... 93

***Т.Ф. КОТ***
Закономерности органогенеза яйцевода домашних птиц ..... 98

***Е.А. ПРОКОПЕНКО, Л.О. УДОВА***
Влияние изменений климата на животноводческую отрасль ..... 104

***Rita GOLBAN***
Importanţa testului de transformare limfobastică – indicator al imunităţii celulare ..... 111

***Ana MACARI, Valentin GUDUMAC, Vasile MACARI, Victor PUTIN***
Impactul remediului bior asupra activităţii sistemului pro - antioxidant în ficat şi muşchi la puii broiler ..... 115

***В.Г. ПРУДНИКОВ, Ю.С. РОЙ***
Сравнительный анализ показателей гистологического исследования кожи и морфометрии волос коров абердин-ангусской породы ..... 122

***М. М. БРОШКОВ***
Показатели иммунограмм собак при разной степени сенсибилизации Т-«активных» лимфоцитов к адреналину и гаммааминомасляной кислоте ..... *128*

***Dorota KOMOROWSKA***
The development of organic farming in the world ..... 133

***Liliana CIMPOIEŞ, Olimpiu GHERMAN***
Moldova's subsidizing policy as a precondition for sustainable agricultural development ..... 139

***Artur GOLBAN***
Clusters – a modern way of cooperation enhancing the competitiveness of the horticultural enterprises from the Republic of Moldova ..... 143

***Liliana CIMPOIEŞ***
The role of direct payments as support for EU farmers: an analysis of their implementation in Spain ..... 150


## CONTENTS


***Angela PATLATAI, Valentin STIRBU***
Evaluating the parental forms of competitive maize hybrids ..... 3

***Eugenia PARTAS***
Evaluating heterosis performance of MRf analogs of maize inbred lines ..... 7

***Valentina ANDRIUCA, Lucia MACRII***
Physic-mechanical indexes and using in evaluation of anthropical soil degradation degree ..... 12

***N.G. PAMUJAC, V.G. NICUSOR***
Efficiency of post-emergent herbicides to control weeds in sugar beet crops ..... 19

***V.L. PUIU***
Garden burnet (*Poterium Polygamum Waldst et Kit.*) as a promising pasture taxon for the central part of Transnistria, Ukraine and theoretically for Moldova ..... 25

***Kostadin KOSTADINOV***
The use of Black Sea Sapropels as amendment for growing eggplants (*Solanum melongena L.*) ..... 31

***V.V. KALITKA, M.V. KAPINOS***
Optimizing the process of pea production (*Pisum sativum L.*) under steppe conditions of the Southern Ukraine ..... 36

***V.S. STOYANOVSKY, I.P. RYKHLIVSKY***
Mathematical and statistical evaluation of the mid-early group of potato varieties in terms of their national priority ..... 42

***G.G. GRINIK, O.Yu. GROMYAK***
Studying the influence of horizontal arrangement of trees on the commodity structure of pine forest stands under various types of forest site conditions ..... 48

***Dumitru SEREMET, Grigore MARIAN***
Determining temperature distribution in compensating wear layers of the parts reconditioned by means of polymer composites ..... 55

***L.F. VOLKONOVICH, M.G. CUSNIR, A.L. VOLKONOVICH, O.G. STEPKA, V.E. SLIPENKI, I.I.CHIRIAC, A.G. POPA***
Developing and systematizing electrical equipment control algorithms of milk processing energy-efficient lines ..... 61

***P.A. SAVINYCH, V.N. NECHAEV, S.Yu. BULATOV, B.G. NAZAR***
Results of experiments for improving design and technological parameters of a crusher with pneumatic material handling ..... 69

***L.M. TIBILOVA, A.A. KOSTYSHIN***
Ecological stability of perennial plantations ..... 76

***Susana MODVALA***
Dynamics of bee families and lands under nectar-poliniferous plants in the Republic of Moldova ..... 81

***Tatiana MARDARI***
The variation of chemical composition of rabbit meat depending on the age ..... 88

***T.A. LUPOLOV, V.S. PETCU, V.N. NAUMENKO, E.Iu. GUMINSKAIA***
The structure of aS1-CN locus in cattle and its interrelation with the milk yield ..... 93

***T.F. KOT***
Mechanisms of oviduct organogenesis in fowls ..... 98

***E.A. PROKOPENKO, L.O. UDOVA***
Impact of climate change on the livestock sector ..... 104

***Rita GOLBAN***
Significance of the lymphoblastic transformation test as an indicator of cell immunity ..... 111

***Ana MACARI, Valentin GUDUMAC, Vasile MACARI, Victor PUTIN***
Effect of the BioR remedy on the activity of the pro-antioxidant system in liver and muscles of broiler chickens ..... 115

***V.G. PRUDNIKOV, YU.S. ROY***
Comparative analysis of the histological skin and hair morphometry examination in cows of Aberdeen Angus breed. ..... 122

***M.M. BROSHKOV***
Dogs immunogram indices at different sensitization degrees of "active" T-lymphocytes to adrenaline and gamma-aminobutyric acid ..... 128

***Dorota KOMOROWSKA***
The development of organic farming in the world ..... 133

***Liliana CIMPOIES, Olimpiu GHERMAN***
Moldova's subsidizing policy as a precondition for sustainable agricultural development ..... 139

***Artur GOLBAN***
Clusters – a modern way of cooperation enhancing the competitiveness of the horticultural enterprises from the Republic of Moldova ..... 143

***Liliana CIMPOIES***
The role of direct payments as support for EU farmers: an analysis of their implementation in Spain ..... 150

CZU 633.15 : 631.527.5

# EVALUAREA FORMELOR PARENTALE ALE HIBRIZILOR COMPETITIVI DE PORUMB

***Angela PATLATÎI, Valentin ŞTIRBU***
*Institutul de Fitotehnie "Porumbeni"*

**Abstract.** The paper presents the results of field experiments of 104 inbred lines of maize created within the Institute of Phytotechny "Porumbeni" and promoted as parental forms of competitive hybrids with the pedigree originating from the germplasm sources Reid - Iodent, Lancaster, Euroflint, Dent Canadian and BSSS-B37. The obtained results proved the high grain yield of inbred lines with pedigree originating from the germplasm Reid-Iodent and low moisture content in the newly harvested grains of inbred lines originating from the germplasm BSSS-B37. The evaluation of parental forms in terms of precocity revealed new lines which have a shorter period up to flowering. As a result, it was obtained a diversification of germplasm sources for improving early hybrids and middle season hybrids.

**Key words***: Zea mays;* Maize; Inbred line; Agronomic traits; Germplasm source.

**Rezumat.** În articol sunt prezentate rezultatele testării în câmp a 104 linii consangvinizate, forme parentale ale hibrizilor competitivi de porumb, cu pedigreul din sursele de germoplasmă Reid-Iodent, Lancaster, Euroflint, Dent Canadian şi BSSS-B37. Rezultatele au demonstrat productivitatea înaltă a liniilor cu pedigreul din sursa de germoplasmă Reid-Iodent şi conţinutul scăzut de umiditate în boabele proaspăt recoltate la liniile cu originea din BSSS-B37. În afară de aceasta, evaluarea liniilor la precocitate a permis evidenţierea în grupele de germoplasmă a liniilor noi cu o perioadă de până la înflorire mai scurtă. Prin aceasta, amelioratorii au reuşit diversificarea surselor de germoplasmă în ameliorarea hibrizilor timpurii şi de precocitate medie.

**Cuvinte-cheie:** *Zea mays*; Porumb; Linie consangvinizată; Caractere agronomice; Sursă de germoplasmă.

## INTRODUCERE

Valoarea genetică a materialului biologic iniţial determină succesul în munca de ameliorare a hibrizilor competitivi de porumb (Gribincea, V. 2014). Pornind de la acest deziderat, sarcina de bază a amelioratorilor constituie crearea şi implementarea în producere a hibrizilor cu valoare genetică sporită, care să asigure un spor stabil de producţie în condiţiile specifice ale arealului de cultivare a hibridului şi care să menţină importante caracteristici economice.

În acest scop, în Institutul de Fitotehnie "Porumbeni", în bază de concurs, alături de cei mai productivi hibrizi omologaţi, anual se testează 150 de hibrizi competitivi noi, selectaţi în încercări preliminare, organizate în 2-3 etape de testare. Scopul principal al acestor testări constă în evidenţierea combinaţiilor performante pentru a fi transmise pentru testare oficială şi înregistrare în Catalogul soiurilor de plante.

Totodată, într-o experienţă aparte sunt testate şi formele parentale ale acestora. Formele parentale, combinaţii de linii şi linii consangvinizate, sunt evaluate la tipicitate, uniformitate, coincidenţă de înflorire a organelor reproductive şi caracteristici de valoare agronomică şi ameliorativă. În lucrare sunt prezentate rezultatele evaluării agronomice a formelor parentale ale hibrizilor, testaţi în bază de concurs în pepinierele din 2013 şi 2014. Acestea sunt linii consangvinizate din ultima generaţie de ameliorare, create de amelioratorii instituţiei şi promovate în calitate de forme parentale ale hibrizilor noi de porumb, cu caracteristici de valoare economică înaltă (Borozan, P. et al. 2014).

## MATERIAL ŞI METODĂ

În articol sunt prezentate rezultatele testării formelor parentale în anii 2013 şi 2014, la un eşantion de 104 mostre de linii consangvinizate din grupele convenţionale de heterozis: Reid-Iodent, Lancaster, Euroflint, BSSS-B37, Dent Canadian (Borozan, P. 2011). În experienţa de câmp, formele parentale au fost cultivate pe parcele de 10 $m^2$ în două repetări, la densitatea de 50 000 de plante la hectar. Producţia de boabe a fost calculată la umiditatea standard de 14%. Rezultatele experimentale obţinute au fost analizate prin analiza varianţei cu calcularea diferenţei limite şi a coeficientului de variaţie (Dospehov, B.A. 1979). Pe durata perioadei de vegetaţie liniile au fost studiate după indicii producţia de boabe, umiditatea boabelor recoltate şi alte caracteristici importante.

Conform factorului condiţii climaterice, anii de testare au fost destul de favorabili, atât din punct de

vedere termic, cât şi privind depunerile atmosferice. În general, pe durata vegetaţiei plantelor, în ambii ani de studiu au fost înregistrate medii lunare la nivelul valorii multianuale a temperaturii medii a aerului sau valori mai înalte cu 0,4 – 2,4°C. Cele mai călduroase perioade au fost lunile aprilie şi mai 2013 (cu 6,7 şi 3,5°C mai calde) şi august 2014 (cu 2,8°C). Referindu-ne la cantitatea depunerilor atmosferice, ar fi de menţionat că în toate lunile de vegetaţie ale anului 2014 au fost înregistrate valori apropiate de media multianuală, iar 2013 s-a remarcat prin cantităţi importante de precipitaţii.

## REZULTATE ŞI DISCUŢII

Pe durata studiului, la valoarea agronomică au fost testate 104 mostre de linii consangvinizate, 37 dintre acestea fiind linii timpurii, 33 – de precocitate medie şi 34 linii – tardive.

În anul 2013, grupa liniilor timpurii a înregistrat o medie la producţia în boabe de 42,1 q/ha, care a fost mai mică de media înregistrată pentru liniile de precocitate medie (45,7 q/ha) şi tardive (46,0 q/ha). Datele prezentate în tabelul 1 denotă faptul că în cazul fiecărei grupe de precocitate nivelul de producţie în boabe a liniilor a variat în limite destul de largi, în deosebi în grupa liniilor de precocitate medie, pentru care a fost înregistrat un interval de variaţie de 39,5 q/ha, comparativ cu 19,7 q/ha înregistrat pentru liniile timpurii şi de 21,3 q/ha – pentru liniile tardive. Cele mai productive linii dintre cele timpurii şi tardive au demonstrat producţii de boabe de 53,7 q/ha şi respectiv 53 q/ha, faţă de 68,8 q/ha, înregistrată la linia de precocitate medie, 13-231.

**Tabelul 1.** *Limita de variaţie a producţiei în boabe în şirul evaluat de linii consangvinizate*

| Anul | Grupe de precocitate | Nr. de linii testate | Media, q-ha | Limita de variaţie a caracterului, q/ha | | Cifrul celei mai productive linii | $DL_{005}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | minimală | maximală | | |
| 2013 | timpurie | 17 | 42,1 | 34 | 53,7 | 13-204 | 4,66 |
| | medie | 18 | 45,7 | 29,3 | 68,8 | 13-231 | 4,86 |
| | tardivă | 18 | 46 | 31,7 | 53 | 13-250 | 3,01 |
| 2014 | timpurie | 20 | 39,9 | 19,3 | 49,6 | 14-214 | 2,08 |
| | medie | 15 | 35,6 | 20,1 | 52,9 | 14-233 | 4,91 |
| | tardivă | 16 | 37,8 | 20,8 | 56,8 | 14-239 | 5,96 |
| Media 2013-2014 | timpurie | 37 | 40,9 | | | | |
| | medie | 33 | 41,1 | | | | |
| | tardivă | 34 | 42,1 | | | | |

În anul 2014, grupele de linii studiate au înregistrat valori apropiate ale indicelui producţia în boabe. Astfel, liniile din grupa timpurie au prezentat cea mai înaltă medie la producţia de boabe (39,9 q/ha), depăşind grupa liniilor de precocitate medie cu 4,3 q/ha, iar grupa de linii tardive cu 2,1 q/ha. Intervalul de variaţie a producţiei în boabe a liniilor din cadrul grupelor de precocitate a alcătuit 30,3 q/ha la liniile timpurii, 32,8 q/ha – la grupa liniilor de precocitate medie şi de 26 q/ha – la cele tardive. Cea mai înaltă producţie în boabe a fost înregistrată la linia tardivă 14-239, care a depăşit cea mai productivă linie din grupul liniilor de precocitate medie (linia 14-233) cu 3,9 q/ha şi pe cea mai productivă linie timpurie cu 7,2 q/ha.

Costurile înalte la menţinerea producţiei în perioada postrecoltare au motivat importanţa ameliorării liniilor consangvinizate şi în direcţia conţinutului scăzut de umiditate în boabele recoltate. În acest sens, mostrele semănate în pepiniera de testare a liniilor consangvinizate au fost evaluate şi la conţinutul de umiditate în boabe. Rezultatele obţinute (Tab. 2) au demonstrat că, la recoltare, grupele de linii mai tardive au demonstrat un conţinut mai înalt de apă în boabe, cu excepţia anului 2013, în care grupele de linii timpurii şi de precocitate medie nu s-au deosebit semnificativ în acest sens. Din punct de vedere al intervalului de variaţie, ar fi de notat că în ambii ani de studiu acesta a fost mult mai larg în grupa liniilor tardive, respectiv de 6,2% în 2013 şi de 10,5% în 2014.

Liniile primite pentru testare au fost grupate conform pedigreului în 5 grupe: Euroflint, Dent Canadian, BSSS-B37, Iodent şi Lancaster (Tab. 3). În fiecare grupă de germoplasmă acestea au fost grupate ca linii timpurii, cu perioada de până la înflorire de 50-55 de zile, de precocitate medie – cu 56-60 de zile până la înflorire şi tardive – cu 61-64 de zile. Linii din toate grupele de precocitate au fost înregistrate în şirurile de linii cu pedigreul din BSSS-B37, Lancaster şi Reid-Iodent. Însă în grupele de germoplasmă preponderent timpurii Euroflint şi Dent Canadian predominante au fost liniile timpurii şi numai linia 14-226

**Tabelul 2.** *Limita de variaţie a umidităţii boabelor recoltate (%) în şirul evaluat de linii consangvinizate*

| Anul | Grupe de precocitate | Nr. de linii testate | Media, % | Limita de variaţie a caracterului, % | | Cifrul liniei cu valoarea minimală a caracterului | $DL_{005}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | minimală | maximală | | |
| 2013 | timpurie | 17 | 15,6 | 14,4 | 19,2 | 13-217 | 4,66 |
| | medie | 18 | 15,6 | 14,0 | 19,9 | 13-228 | 4,86 |
| | tardivă | 18 | 17,0 | 13,4 | 19,6 | 13-239 | 3,01 |
| 2014 | timpurie | 20 | 10,8 | 8,3 | 13,5 | 14-217 | 2,08 |
| | medie | 15 | 11,6 | 8,5 | 13,7 | 14-229 | 4,91 |
| | tardivă | 16 | 13,5 | 9,3 | 19,8 | 14-248 | 5,96 |
| 2013-2014 | timpurie | 37 | 13,0 | | | | |
| | medie | 33 | 13,8 | | | | |
| | tardivă | 34 | 15,4 | | | | |

s-a manifestat ca o linie de precocitate medie. Este important să subliniem că amelioratorii au reuşit să diversifice sursele de germoplasmă timpurii cu linii noi din grupa de precocitate medie Reid–Iodent şi din grupele preponderent tardive Lancaster şi BSSS–B37. În acest sens, grupa liniilor de precocitate medie s-a extins cu o linie Euroflint şi linii cu pedigreul din Lancaster şi BSSS–B37.

**Tabelul 3.** *Gruparea liniilor consangvinizate în grupe de precocitate, 2013-2014*

| Grupe de germoplasmă | Nr. de linii | | | | Cifrul liniilor | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | studiate | timpurii | precocitate medie | tardive | cea mai timpurie | cea mai tardivă |
| Euroflint | 7 | 6 | 1 | 0 | 14-204 | 14-226 |
| Dent Canadian | 2 | 2 | 0 | 0 | 14-201 | - |
| BSSS-B37 | 14 | 5 | 6 | 3 | 13-201 | 14-244 |
| Lancaster | 11 | 3 | 3 | 5 | 13-204 | 14-251 |
| Reid-Iodent | 32 | 8 | 11 | 13 | 13-216 | 14-236 |

În tabelul 4 sunt prezentate rezultatele testării liniilor din diferite surse de germoplasmă. Din acest punct de vedere, cele mai înalte valori la producţia de boabe au fost înregistrate la grupele de linii timpurii şi de precocitate medie cu pedigreul din Lancaster şi BSSS-B37, iar pentru liniile tardive – în grupa liniilor Reid-Iodent.

Este important să subliniem că cele mai înalte valori ale producţiei în boabe realizate de o linie consangvinizată în 2013 s-au înregistrat numai la liniile Reid-Iodent, iar în 2014 liniile Reid – Iodent au menţinut poziţia din top în grupele de linii timpurii şi tardive. În celelalte cazuri analizate, în 2013 s-au evidenţiat câte o linie timpurie Euroflint şi de precocitate medie Lancaster, iar în 2014 – o linie BSSS-B37.

**Tabelul 4.** *Rezultatele evaluării formelor parentale la producţia în boabe, q/ha*

| Specificare | Anul | Grupe de precocitate | Grupe de germoplasmă | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Reid-Iodent | BSSS-B37 | Lancaster | Euroflint | Dent-Canadian |
| Media | 2013-2014 | timpurie | 36,3 | 37,6 | 40,3 | 33,3 | 30,1 |
| | | medie | 35,0 | 37,4 | 50,3 | 29,8 | – |
| | | tardivă | 42,1 | 32,3 | 31,3 | – | – |
| Valoarea maximală înregistrată | 2013 | timpurie | 53,7 | 47,0 | 45,1 | 49,8 | 34,7 |
| | | medie | 59,5 | 44,0 | 60,3 | 29,3 | – |
| | | tardivă | 56,2 | 34,5 | 42,5 | – | – |
| | 2014 | timpurie | 49,6 | 37,8 | 40,9 | 29,7 | 31,8 |
| | | medie | 43,0 | 52,9 | 43,1 | 30,3 | – |
| | | tardivă | 56,8 | 30,9 | 37,8 | – | – |
| Liniile clasate în topul listei | 2013 | timpurie | 13-204 | 13-217 | 13-206 | 13-205 | 13-201 |
| | | medie | 13-221 | 13-222 | 13-234 | 13-219 | – |
| | | tardivă | 13-242 | 13-240 | 13-237 | – | – |
| | 2014 | timpurie | 14-214 | 14-217 | 14-220 | 14-204 | 14-202 |
| | | medie | 14-230 | 14-233 | 14-232 | 14-226 | – |
| | | tardivă | 14-239 | 14-241 | 14-251 | – | – |

În tabelul 5 sunt afişate valorile medii obţinute la evaluarea conţinutului de apă în boabele recoltate a liniilor înrudite genetic. La analiza datelor s-a observat că liniile de tip BSSS-B37 la recoltare au demonstrat cele mai uscate boabe recoltate, comparativ cu grupele de linii cu pedigreul din alte surse de germoplasmă. Aceste date pun în evidenţă importanţa sursei de germoplasmă BSSS-B37 în ameliorarea liniilor cu un conţinut scăzut de umiditate în boabele recoltate.

În lista liniilor lider în acest sens, în 2013 s-au înscris linii BSSS-B37, linii timpurii şi de precocitate medie Reid-Iodent şi o linie Lancaster.

**Tabelul 5.** *Rezultatele evaluării formelor parentale la umiditatea boabelor, %*

| Specificare | Anul | Grupe de precocitate | Grupe de germoplasmă | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Reid-Iodent | BSSS-B37 | Lancaster | Euroflint | Dent-Canadian |
| Media | 2013-2014 | timpurie | 36,3 | 37,6 | 40,3 | 33,3 | 30,1 |
| | | medie | 35,0 | 37,4 | 50,3 | 29,8 | – |
| | | tardivă | 42,1 | 32,3 | 31,3 | – | – |
| Valoarea maximală înregistrată | 2013 | timpurie | 53,7 | 47,0 | 45,1 | 49,8 | 34,7 |
| | | medie | 59,5 | 44,0 | 60,3 | 29,3 | – |
| | | tardivă | 56,2 | 34,5 | 42,5 | – | – |
| | 2014 | timpurie | 49,6 | 37,8 | 40,9 | 29,7 | 31,8 |
| | | medie | 43,0 | 52,9 | 43,1 | 30,3 | – |
| | | tardivă | 56,8 | 30,9 | 37,8 | – | – |
| Liniile clasate în topul listei | 2013 | timpurie | 13-204 | 13-217 | 13-206 | 13-205 | 13-201 |
| | | medie | 13-221 | 13-222 | 13-234 | 13-219 | – |
| | | tardivă | 13-242 | 13-240 | 13-237 | – | – |
| | 2014 | timpurie | 14-214 | 14-217 | 14-220 | 14-204 | 14-202 |
| | | medie | 14-230 | 14-233 | 14-232 | 14-226 | – |
| | | tardivă | 14-239 | 14-241 | 14-251 | – | – |

Astfel, rezultatele testării în câmp a formelor parentale ale hibrizilor noi de porumb atestă că toate liniile evaluate au manifestat un nivel satisfăcător de producţie în boabe, ceea ce ne face să le recomandăm pentru utilizare în ameliorarea hibrizilor noi şi în producerea de seminţe.

## CONCLUZII

1. Liniile originare din sursa de germoplasmă Reid-Iodent se evidenţiază prin productivitatea înaltă în boabe, iar liniile de origine din BSSS-B37 – prin conţinutul scăzut de apă în boabele recoltate.

2. În sursele de germoplasmă BSSS-B37, Lancaster şi Reid-Iodent amelioratorii au reuşit să creeze şi să promoveze linii consangvinizate noi cu o perioadă de până la înflorire mai scurtă.

## REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

1. BOROZAN, P., MUSTAŢĂ, S., RUSU, Gh. (2014). Rezultate şi perspective în ameliorarea porumbului timpuriu. In: Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – 40 ani de activitate ştiinţifică: materialele conf. intern. consacrate jubileului de 40 ani de la data fondării, Paşcani, 17 sept. 2014, pp. 13-26.

2. BOROZAN, P. (2011). Rezultatele ameliorării germoplasmei indurata de porumb timpuriu în condiţiile Moldovei. In: Ameliorarea porumbului şi utilizarea androsterilităţii citoplasmatice în producerea de seminţe: materialele conf. intern. consacrate membrului corespondent al AŞM Tihon Cealîc - 90 de ani de la naştere. Chişinău, 2011, pp. 20-32.

3. DOSPEHOV, B.A. (1979). Metodika polevogo opyta (s osnovami statističeskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). Moskva: Kolos. 416 s.

4. GRIBINCEA, V. (2014). Evaluarea diversităţii genetice a liniilor consangvinizate de porumb din grupa de germoplasmă Iodent. In: Institutul de Fitotehnie Porumbeni – 40 ani de activitate ştiinţifică: materialele conf. intern. consacrate jubileului de 40 ani de la data fondării, Paşcani, 17 sept. 2014, pp. 99-118.

Data prezentării articolului: 11.04.2015
Data acceptării articolului: 28.10.2015

CZU 633.15 : 631.527.52

# EVALUAREA PERFORMANŢEI HETEROZIS LA ANALOGII MRF AI LINIILOR CONSANGVINIZATE DE PORUMB

***Eugenia PARTAS***
*Institutul de Fitotehnie "Porumbeni"*

**Abstract.** The paper presents the multiannual results obtained from the evaluation of heterosis performance of MRf analogs in expression of 16 morphological and agronomic traits. The results revealed that the hybrids with MRf pollinators in comparison with the original version present a richer tassel in lateral branches and significantly lower values for 9 out of 15 evaluated traits, especially in the expression of plant length, length of ear, number of grains per row and tassel peduncle length. The backcrossed fertile plants in MRf analog contributed to the differentiation of descendants in terms of heterosis performance of grain yield in the evaluated 2-4 consecutive generations, but the selection of MRf descendants with significant higher values did not contribute to the improvement of the analog in this respect.

**Key words:** *Zea mays;* Maize; Cytoplasmic male sterility; Heterosis; Hybrid; Pollen fertility restorer.

**Rezumat.** În lucrare sunt prezentate rezultatele multianuale obţinute la evaluarea performanţei heterozis a analogilor MRf la expresia a 16 indici morfologici şi agronomici. Rezultatele obţinute denotă că hibrizii cu polenizatori MRf se prezintă cu panicul mai bogat în ramificaţii laterale în comparaţie cu varianta originală a hibridului şi cu valori semnificativ mai mici la expresia a 9 din 15 caracteristici evaluate, mai ales la expresia taliei plantelor, lungimea ştiuletelui, numărul de boabe pe rând şi lungimea pedunculului la panicul. Retroîncrucişarea plantelor fertile în analogul MRf a contribuit la diferenţierea descendenţelor din punct de vedere al performanţei heterozis la producţia de boabe în 2-4 generaţii consecutive de evaluare, iar selecţia descendenţelor Rf cu valori superioare originalei nu a contribuit la îmbunătăţirea analogului în acest sens.

**Cuvinte-cheie:** *Zea mays*; Porumb; Androsterilitate citoplasmică; Heterozis; Hibrid; Restaurator de fertilitate a polenului.

## INTRODUCERE

Androsterilitatea citoplasmică la porumb, ca mecanism genetic de sterilizare a grăuncioarelor de polen, este studiată sub diferite aspecte şi utilizată pe scară largă în producerea seminţelor hibride. Din sursele de androsterilitate citoplasmică, citoplasma cu restaurare gametofit cms-M a avut o răspândire mai îngustă comparativ cu cms-T (Čalyk, T. 1974) şi cu citoplasmele înrudite de cms-C (Smith, D.R. et al. 1971) tolerante la H. maydis (Hallauer, A. 1987; Steele, L. 1978; Darrah, L. et al. 1986; Albertsen, M.C. 1987; Pucaric, A. et al. 1988; Căbulea, J.V. et al. 1987; Hristov, Ę. 1984).

Promovarea hibrizilor MRf în producerea de seminţe a fost precedată de ameliorarea liniilor în analogi restauratori de fertilitatea polenului (Ciobanu, V. 2014) şi selecţia descendenţelor MRf pentru multiplicare, din punct de vedere al (a) asemănării fenotipice, (b) fertilităţii paniculelor analogului, (c) capacităţii de restaurare a fertilităţii polenului în combinaţia hibridă solicitată şi (d) a performanţei heterozis la producţia de boabe, comparativ cu versiunea originală a analogului. În rezultat, în vederea promovării în producerea de seminţe a hibrizilor competitivi, a fost creată o bogată colecţie de analogi MRf, unii dintre aceştia fiind obiectul de studiu din prezenta lucrare.

Ne-am propus ca scop evaluarea performanţei heterozis a analogilor MRf în comparaţie cu versiunea originală a analogului (martorul) la expresia a 16 caracteristici fenotipice, printre care şi caracteristici de importanţă agronomică. În această ordine de idei, la variantele hibrizilor cu un polenizator MRf au fost urmărite tendinţele expresiei caracteristicilor şi efectul selecţiei repetate în populaţia analogului a descendenţelor MRf cu o performanţă heterozis cel puţin la nivelul originalei în 2-4 generaţii consecutive de retroîncrucişare. Datele obţinute la evaluarea comparativă a variantelor de hibrizi cu un polenizator Rf şi original ne-au ajutat la promovarea descendenţelor ale analogilor MRf pentru multiplicare, la obţinerea seminţei amelioratorului.

## MATERIAL ŞI METODĂ

Lucrarea a fost realizată în baza analogilor restauratori de fertilitate a polenului pentru citoplasma cms-M (MRf) din ultimele 1-3 generaţii de backcross cu linia originală. Analogii au fost promovaţi ca polenizatori în formule de hibrizi competitive şi omologate "Porumbeni". Pentru evaluare şi selecţii la

performanța heterozis, mai multe familii (descendențe) ale analogilor MRf fenotipic identice versiunii originale, au fost încrucişate ca polenizator cu componente-mamă androsterile şi fertile (originale) din grupe alternative de heterozis. În astfel de încrucişări, de asemenea ca polenizator, au fost încrucişate şi versiunile originale ale analogilor MRf, pentru a avea bază genetică (varianta martor) în procesul de selecție a descendențelor MRf în raport cu varianta martor. Astfel, în anii de studiu 1996-2011, în test-încrucişări au fost incluse versiunile originale ale 25 de analogi restauratori de fertilitate a polenului şi 892 descendențe ale analogilor MRf. În cea mai mare parte, combinațiile hibride au fost obținute în condiții de polenizare controlată sub pungă, cu polen colectat de la cel puțin 10 plante fertile MRf. De regulă, în test-încrucişări au fost incluse cel puțin 5-6 descendențe MRf dintr-o generație a analogului.

Semințele hibride obținute au fost semănate în pepiniera cu culturi comparative de orientare, amplasată după un premergător favorabil culturii porumbului, în parcele cu suprafața de 10m$^2$, în 3-4 repetări, la o densitate de cultură 50 sau 60 mii plante/ha. Varianta martor a hibridului a fost semănată alături de variantele hibridului cu polenizator MRf, randomizat în următoarele 2 sau 3 repetări. Pe durata vegetației plantelor a fost efectuată biometria principalelor caracteristici ale tulpinii, frunzelor, paniculei şi ale ştiuletelui, la un total de 20 de plante în 2 repetări. De asemenea, a fost înregistrată data înfloririi paniculelor, data maturității fiziologice a plantelor, numărul plantelor căzute şi afectate de tăciunele comun (*Ustillago zeae*) şi tăciunele prăfos (*Sorosporium reilianum*), pe fundal de infestare naturală. Evaluarea productivității hibrizilor a fost realizată prin recoltarea ştiuleților de la toate plantele din parcela de evidență, cu determinarea recoltei boabelor la umiditatea standard de 14%.

Rezultatele testării hibrizilor au fost analizate statistic cu determinarea variației şi a diferenței limită în complexe monofactoriale randomizate pentru diferențierea descendențelor MRf vizavi de varianta martor.

## REZULTATE ŞI DISCUȚII

Un analog restaurator MRf este creat dintr-un hibrid rezultat din combinarea liniei consangvinizate cu un donator de gene dominante Rf. Ulterior, plantele fertile din populația segregantă a hibridului sunt retroîncrucişate repetat cu linia originală în 5-6 generații consecutive, până la atingerea asemănării fenotipice a plantelor cu varianta originală. În generația în care este înregistrată identitatea fenotipică a analogului, încep lucrările de verificare a capacității de combinare (performanței heterozis) a analogului MRf în comparație cu versiunea originală. Dat fiind faptul că multiplicarea unui analog restaurator implică mai multe descendențe, a fost important să cunoaştem dacă descendențele acestuia sunt uniforme din punct de vedere al performanței heterozis în ceea ce priveşte expresia caracteristicelor morfologice ale plantei şi ştiuletelui, dar şi a unor caracteristici de valoare agronomică.

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele multianuale la evaluarea descendențelor analogilor MRf la performanța heterozis în formule competitive de hibrizi. Rezultatele obținute denotă că cel mai mare număr de descendențe MRf (49,1–86,4%) au format variante ale hibrizilor cu valori apropiate de martor din punct de vedere al productivității în boabe, al conținutului de apă în boabele recoltate, al numărului de plante căzute, al numărului de plante afectate de tăciune (*S. reilianum* şi *U. zeae*), al înălțimii de inserție a ştiuletelui şi lungimii paniculei. Totodată, cel mai mare număr de descendențe MRf (69,6-91,3%) au creat hibrizi cu talia plantei semnificativ mai joasă, panicule cu pedunculi mai scurți, ştiuleți mai scurți, cu mai puține rânduri cu boabe şi mai puține boabe pe rând. Referitor la descendențele MRf, care au realizat performanțe heterozis net superioare martorului, ar fi de menționat că numărul lor în şirul testat de descendențe a fost mult mai mic în funcție de caracterul analizat (4,3- 39,1%), iar la evaluarea taliei plantelor, a lungimii ştiuletelui, a numărului de rânduri cu boabe şi a numărului boabelor pe rând astfel de descendențe, în general, nu au fost înregistrate.

Astfel, datele obținute la testarea descendențelor MRf în cultură comparativă permit să se constate că acestea s-au confirmat ca destul de neuniforme din punct de vedere al performanței heterozis realizate pentru toate caracteristicile analizate, precum şi a productivității în boabe.

Este evident că eterogenitatea analogilor MRf din punct de vedere al performanței heterozis au influențat valoarea mediilor calculate pentru variantele hibrizilor cu polenizator MRf. Astfel, reieşind din datele prezentate în tabelul 2, este evident că polenizatorii MRf în comparație cu un polenizator original au generat în hibrizi majorarea numărului de ramificații laterale la panicule şi reducerea taliei plantelor, lungimii pedunculilor la panicule, lungimii ştiuletelui, numărului de rânduri cu boabe şi a

**Tabelul 1.** *Cota parte a descendențelor MRf în funcție de performanța realizată în hibrizi*

| Caracteristici | Nr. de descendențe MRf testate | din ele (%) cu valoarea performanței heterozis | | |
|---|---|---|---|---|
| | | la nivelul martorului | Net (P005) inferioară martorului | Net superioară martorului |
| †† Producția de boabe | 698 | 49,1 | 24,5 | 26,4 |
| †† Umiditatea boabelor | 842 | 53,2 | 21,3 | 25,5 |
| †Căderea radiculară | 340 | 60,3 | 27,1 | 12,6 |
| †Nr. de plante cu *Ustillago zeae* | 328 | 66,2 | 20,4 | 13,4 |
| * Nr. de plante cu *Sorosporium reilianum* | 279 | 86,4 | 2,9 | 10,8 |
| Perioada de până la înflorire | 47 | 46,8 | 34,0 | 19,1 |
| Perioada de până la mătăsire | 47 | 34,0 | 46,8 | 19,1 |
| Perioada de vegetație | 47 | 38,3 | 44,7 | 17,0 |
| Talia plantei | 23 | 13,0 | 87,0 | 0,0 |
| Inserția ştiuletelui | 23 | 73,9 | 13,0 | 13,0 |
| Lungimea paniculei | 23 | 60,9 | 39,1 | 0,0 |
| Lungimea pedunculului la panicul | 23 | 26,1 | 69,6 | 4,3 |
| Lungimea ştiuletelui | 23 | 8,7 | 91,3 | 0,0 |
| Nr. de boabe în rând | 23 | 26,1 | 73,9 | 0,0 |
| Nr. de rânduri cu boabe | 23 | 26,1 | 73,9 | 0,0 |
| Nr. de ramificații pe panicul | 23 | 21,7 | 39,1 | 39,1 |

Notă: date acumulate pe durata: * - 2 ani de testare; †- 3 ani de testare; ††- 14 ani de testare, altele – un an de testare.

numărului de boabe pe rândul ştiuletelui. În alte cazuri analizate, efectul genelor MRf a fost mai puțin vădit în expresia caracteristicilor numărul de plante afectate de tăciune, productivitatea hibrizilor şi conținutul de apă în boabele proaspăt recoltate.

**Tabelul 2.** *Media caracteristicilor evaluate la hibrizii de tip cms-M*MRf*

| Indicii morfologici şi agronomici | Eşantionul de evaluare, numărul | | Media caracteristicilor la variantele cu polenizator | |
|---|---|---|---|---|
| | Descendențe MRf | Analogi MRf | MRf | original |
| † Recolta în boabe, t/ha | 868 | 25 | 6,07 | 6,1 |
| † Umiditatea boabelor recoltate, % | 892 | 25 | 19,3 | 19,3 |
| ‡ Plante: atac *Ustillago zeae*, nr.% | 230 | 17 | 1,4 | 1,5 |
| ‡ Plante: căderea radiculară, nr.% | 233 | 18 | 1,9 | 1,8 |
| * Numărul de zile până la înflorire | 85 | 10 | 50,8 | 51,1 |
| * Numărul de zile până la maturizare | 109 | 11 | 90,5 | 91,3 |
| * Plante: atac *Sorosporium reilianum*, nr. % | 173 | 12 | 1,0 | 1,0 |
| * Talia plantei, cm | 52 | 6 | 192,7 | 199,4 |
| * Panicul: lungimea, cm | 52 | 6 | 35,7 | 36,2 |
| Panicul: lungimea pedunculului, cm | 34 | 4 | 5,2 | 5,8 |
| Panicul: numărul de ramificații primare | 34 | 4 | 10,5 | 9,8 |
| Ştiuletele: numărul de rânduri cu boabe | 34 | 4 | 14,6 | 15,2 |
| Ştiuletele: lungimea, cm | 34 | 4 | 17,3 | 19,8 |
| Ştiuletele: numărul de boabe pe rând | 34 | 4 | 32,9 | 34,2 |
| Tulpina: inserția ştiuletelui, cm | 52 | 6 | 65,7 | 66,2 |

Notă: numărul de ani la calcularea mediei: †- 11 ani de testare; ‡ - 3 ani de testare, * - 2 ani de testare; altele – un an de testare.

În cazul anumitor combinații hibride, polenizatorii MRf au contribuit la lărgirea variabilității caracteristicilor evaluate (Tab. 3), datele obținute fiind în concordanță cu rezultatele obținute de Ĕ.Ň. Râbceva (1981). Totodată, ar fi de menționat că variantele hibrizilor cu un anumit polenizator MRf au menținut un trend negativ la expresia lungimea paniculei (5 din 6 cazuri analizate), producția de boabe (7 din 15 cazuri analizate) şi un trend pozitiv la expresia conținutul de apă în boabe (6 din 15 cazuri analizate), talia plantei, numărul de internodii pe tulpină şi inserția ştiuletelui (cel puțin 3 din 6 cazuri analizate). Prin urmare,

aceste date ne permit să concluzionăm că variabilitatea observată la expresia a 7 indici analizaţi la hibrizii cu polenizatori MRf a fost determinată şi de particularităţile genotipice ale polenizatorului.

**Tabelul 3.** *Media pentru variantele unor hibrizi consacraţi cu polenizator MRf, în % la varianta martor*

| Denumirea polenizatorului MRf | Anii de studiu | Umiditate a boabelor | Producţia de boabe | Talia/ lungimea plantei | Nr. de internodii | Înălţimea de inserţie a ştiuletelui | Lungimea paniculei | Nr. de ramificaţii pe panicul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| †AN615 | 2008-2010 | 99,6 | 99,8 | 102,2 | 96,7 | 84,6 | 97,8 | 84,4 |
| AN615 | 2008, 2010 | 102,2 | 97,0 | 102,9 | 103,9 | 101,3 | 95,7 | 110,4 |
| †AS3070 | 2007, 2009 | 106,6 | 94,1 | | | | | |
| AS3070 | 2006-2010 | 97,1 | 102,9 | 98,8 | 103,2 | 102,0 | 97,7 | 84,1 |
| AS814 | 2006, 2007 | 100,2 | 96,6 | | | | | |
| †MK271 | 2007-2008, 2010 | 99,8 | 100,8 | 104,8 | 100,0 | 105,4 | 100,0 | 100,0 |
| MK271 | 2007-2008, 2010 | 99,1 | 97,8 | 100,0 | 106,3 | 101,9 | 97,0 | 107,7 |
| AS2381 | 2008 | 94,6 | 90,5 | | | | | |
| MK255A | 2006 | 104,9 | 98,4 | | | | | |
| † AS814 | 2007 | 100,7 | 91,3 | | | | | |
| † MK267 | 2007 | 101,9 | 99,3 | | | | | |
| MK267 | 2010 | 103,1 | 99,1 | | | | | |
| MK390 | 2008 | 95,6 | 115,0 | 97,4 | 97,3 | 97,1 | 95,2 | 84,0 |
| MV643-2 | 2006 | 98,1 | 98,8 | | | | | |
| MV968-1 | 2006 | 104,7 | 94,7 | | | | | |

Notă: † varianta analogului MRf în citoplasmă normală

În această situaţie a fost interesant să cunoaştem dacă un anumit analog MRf poate fi îmbunătăţit (ameliorat), din punct de vedere al performanţei heterozis, prin selecţia descendenţelor care au realizat performanţă heterozis cel puţin la nivelul martorului în câteva generaţii consecutive de backcross. Caracterul de bază, selectat la trierea descendenţelor MRf, a fost nivelul de producţie în boabe realizat de hibrizi. Astfel, în fiecare generaţie de testare, prin retroîncrucişare au fost multiplicate plantele MRf din descendenţele care au prezentat performanţe heterozis egale sau superioare martorului. În următoarea generaţie, pentru backcross şi testare la performanţa heterozis au fost selectate din nou plantele fertile din descendenţele care au realizat în varianta hibridă un nivel de producţie superior martorului.

Rezultatele testului au demonstrat că în cea de a doua generaţie de selecţie a descendenţelor MRf un nivel de producţie egal sau superior celui al martorului hibrid a fost înregistrat numai la 74,8% de descendenţe MRf; în cea de a treia generaţie - la 69,2% descendenţe, iar în cea de a patra generaţie – la 81,7% descendenţe. Astfel, aceste date susţin ipoteza că şi în cazul dat, descendenţele analogului restaurator de tip MRf, multiplicate prin retroîncrucişare, prezintă performanţe heterozis diferite pentru toate caracteristicile evaluate. În acelaşi timp, selecţia descendenţelor MRf din punct de vedere al performanţei heterozis la producţia de boabe în mai multe generaţii consecutive de retroîncrucişare a fost mai puţin rezultativă în ameliorarea analogului în acest sens.

## CONCLUZII

Hibrizii cu un polenizator MRf în comparaţie cu un polenizator original (varianta martor) se prezintă cu un panicul semnificativ mai bogat în ramificaţii laterale şi valori medii semnificativ mai mici la expresia a 9 din 15 caracteristici evaluate, mai ales la expresia taliei plantelor, lungimea ştiuletelui, numărul de boabe pe rândul ştiuletelui şi lungimea pedunculilor la panicule.

Expresia caracteristicilor la hibrizii cu polenizatori MRf este în funcţie de particularităţile genotipice ale polenizatorului.

Retroîncrucişarea plantelor MRf în analog contribuie la menţinerea eterogenităţii analogului din punct de vedere al performanţei heterozis la expresia caracteristicilor morfologice şi agronomice,

precum şi a producţiei de boabe în mai multe generaţii consecutive de evaluare, iar selecţia descendenţelor Rf cu un nivel de producţie în boabe superior martorului hibrid a fost mai puţin eficientă la îmbunătăţirea analogului în acest sens.

## REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

1. ALBERTSEN, M.C. (1987). Overview and Introduction of the Joint ASTA/USDA. In: Sponsored Trip to the Poeople's Republic of China. Febr. 4.

2. CIOBANU, V. (2014). Crearea, evaluarea şi utilizarea restauratorilor de fertilitate a polenului la porumb: autoref. tz. doct. în şt. agricole. 25 p.

3. ČALYK, T.S. (1974). CMS v selekcii i semenovodstve kukuruzy. Kišinev: Štiinca. 230 p.

4. ČALYK, T.S., SALINSKAÂ, I.A., SOLONENKO, T.A. (1980). Sravnitel'noe izučenie steril'nyh i fertil'nyh gibridov kukuruzy. V: Selekciâ, genetika i tehnologiâ vozdelyvaniâ kukuruzy v Moldavii. Kišinev: Štiinca. pp. 23-32.

5. CĂBULEA, J., HAS, V., HAS., J., GRECU, C. (1987). Unele aspecte privind utilizarea androsterilităţii citoplasmatice în ameliorarea porumbului. In: ROMAN, Marcel et al., coord. Contribuţii ale cercetării ştiinţifice la dezvoltarea agriculturii: volum omagial 1957-1987. Bucureşti, pp. 92-99.

6. DARRAH, L.L., ZUBER, M.S. (1986). United States Farm maize germplasm base and commercial breeding strategies. In: Crop Science, nr. 26, pp. 1109-1113. ISSN 0011-183X.

7. HALLAUER, A. (1987). Races of Southern Corn Leaf Blight. In: Information for ASTA "Report of Race C" Southern Corn Leaf Blight in the People's Republic of China, 4 Febr.

8. HRISTOV, K. (1984). Semeproizvodstvo na samooprašeni linii i hibridi na steril'na osnova. In: Carevicav B"lgaria. Sofia. Izd. Zelenizdat, p. 140.

9. PUCARIC, A.M. et al. (1988). Maize seed production and proceeding in Yugoslavia. In: Euromaize '88 : maize breeding and maize production: workshop, Belgrade 06-08 October 1988. Belgrade, pp. 155-175.

10. RÂBCEVA, M.T. (1981). Sozdanie i izučenie steril'nyh analogov i analogov vosstanovitelej linij kukuruzy. V: Biologiâ, selekciâ i semenovodstvo zernovyh kul'tur. Kamennaâ stepi, pp. 65-68.

11. SMITH, D.R., HOOKER, A.L., LIM, S.M., BECKETT, J.B. (1971). Disease Reaction of Thirty Sources of Cytoplasmiic Male-Sterile Corn to Helminthosporium Maydis Race T. In: Crop Science, vol. 11, nr. 5, pp. 772-773. ISSN 0011-183X.

12. STEELE, L. (1978). The hybrid corn industry in the United States. In: WALDEN, D.B., ed. Maize Breeding and Genetics. New York: John Wiley and Sons, pp. 29-40.

Data prezentării articolului: 11.04.2015
Data acceptării articolului: 28.10.2015

CZU 631.43(478)

# INDICII FIZICO-MECANICI ŞI UTILIZAREA LOR ÎN EVALUAREA GRADULUI DE DEGRADARE ANTROPICĂ A SOLULUI

*Valentina ANDRIUCĂ, Lucia MACRII*
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** At present, because of various soil and land degradation processes, urgent and rapid methods are required in order to use the diagnostic and complex evaluation indices determining soil modifications at different levels – modifications of the soil's solid and liquid phases and of its components. Research conducted on various soils and agroecosystems, including degraded and not degraded soils, revealed such indices as soil plasticity and soil adhesion as diagnostic indicators of land degradation. It was highlighted the positive role of crop rotation on the physic-mechanical characteristics of soil. Physic-mechanical degradation can be used to highlight certain complex processes having negative effects on soil fertility. The authors proposed remedial measures for the changes in soil plasticity and adhesion during soil tillage by applying organic fertilizers and others.

**Key words:** Carbonic chernozem; Soil degradation; Soil adhesion; Soil plasticity; Agroecosystem.

**Rezumat.** Actualmente, în legătură cu procesele diverse de degradare a solurilor şi terenurilor, se impun metode rapide, expres, care ar utiliza indici de diagnosticare şi evaluare integrală, complexă a modificărilor la nivelul solului – modificări ale fazei solide, lichide, ale componenţilor. Cercetările efectuate pe diverse soluri şi agroecosisteme, inclusiv soluri degradate şi nedegradate, a permis evidenţierea plasticităţii şi adeziunii în calitate de indici de diagnosticare a degradării solului. S-a evidenţiat rolul pozitiv al asolamentului asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale solului. Degradarea fizico-mecanică poate fi utilizată în evidenţierea unor procese complexe cu efecte negative asupra fertilităţii solului. S-au propus măsuri de remediere a schimbărilor plasticităţii şi adeziunii la lucrarea solului cu aplicarea concomitentă a îngrăşămintelor organice şi altele.

**Cuvinte-cheie:** Cernoziom carbonatic; Degradarea solulu; Adeziune; Plasticitate; Agroecosistem.

## INTRODUCERE

Înrăutăţirea stării de calitate a solului duce, inevitabil, la scăderea productivităţii terenurilor, la diminuarea funcţiilor de menţinere a echilibrului în biosferă, la dispariţia din cadrul capacităţilor ecologice a componentelor biotice şi abiotice. Iată de ce se impune aplicarea unor indici de diagnosticare la evaluarea degradării solului în cadrul agroecosistemelor. Elaborarea şi implementarea unor măsuri de stopare a proceselor de degradare a solului în fazele incipiente ar putea evita degradarea extremă a sistemelor sol, apă, aer, biodiversitate, ceea ce este foarte important pentru managementul agricol durabil.

Degradarea solurilor prezintă un pericol imens pentru viitorul omenirii (Florea, N. 2003). Fenomenul s-a extins pe cca 2 mld. de hectare, cu o rată de degradare de 5-7 mln ha/an. Conform pronosticurilor, degradarea va persista cu o rată de creştere de cca 10 mln ha/an. Consecinţele sunt imprevizibile, exprimate prin amplificarea dezechilibrelor de mediu, pierderea de resurse funciare şi deteriorarea bazei alimentare, prin insuficienţa securităţii şi siguranţei alimentare a lumii.

Diagnosticarea degradării solului în fazele iniţiale, alegerea celor mai prietenoase tehnologii agricole şi metode de lucrare a solului sunt măsuri necesare, posibile şi utile.

Încadrarea solurilor în producerea agricolă implică modificarea complexă a proprietăţilor (Hajdapova, D., Kameneckaâ, O. 2004) ce contribuie la înrăutăţirea parametrilor agrofizici, a indicilor mai puţin cercetaţi şi utilizaţi în managementul agricol.

Aplicarea parametrilor controlabili în diagnosticarea degradării solului în diverse agroecosisteme ar putea ajuta la stabilirea unor procedee tehnologice mai inofensive şi a unor culturi agricole mai puţin distrugătoare pentru sol, la optimizarea rotaţiei culturilor, care să menţină calitatea solului în cadrul sistemului agricol aplicat, la utilizarea raţională a apei din sol etc.

Cercetările de lungă durată ale proprietăţilor fizico-mecanice ale solurilor din Republica Moldova, în diferite zone biogeografice, tipuri de ecosisteme şi agroecosisteme, cu diferit nivel de impact antropic, inclusiv soluri degradate şi nedegradate agrofizic, soluri cu diferit grad de erodare, au permis elaborarea de propuneri la folosirea unor proprietăţi fizico-mecanice ale solului (plasticitatea şi adeziunea) în calitate de indici de diagnosticare a tendinţelor de degradare complexă a solurilor.

Plasticitatea şi adeziunea solului, utilizate în calitate de indici diagnostici, evidenţiază în complex modificările componentelor de bază din sol – conţinutul de humus, densitatea aparentă, porozitatea, elemente importante de fertilitate.

Cercetarea solului prin indici care caracterizează faza solidă, lichidă şi gazoasă este importantă în evidenţierea momentelor susceptibile ale comportării sistemului sol în întregime, a reacţiei de răspuns la diverse intervenţii tehnologice, ale căror consecinţe sunt manifestări de degradare, cum ar fi compactarea, dehumificarea, înrăutăţirea compoziţiei structural agregative ş.a.

Baza de date existentă la momentul actual pentru monitoringul agroecologic necesită identificarea unor parametri de diagnosticare a degradărilor care să poată fi aplicaţi uşor, fără cercetări complicate şi laborioase, fără utilizarea masivă a forţelor inginereşti şi de laborator, în scopul de evitare a degradărilor severe ale solului. Indicii fizico-mecanici (plasticitatea, gonflarea etc.) sunt pe larg folosiţi la diagnosticarea proprietăţilor rocilor utilizate pentru fundaţii şi edificii inginereşti, sunt parametri cu deosebită importanţă informaţională, de aceea ar putea fi de un real folos şi în evaluarea susceptibilităţii solului la impactul agricol din agroecosistem.

## MATERIAL ŞI METODĂ

Au fost cercetate proprietăţile fizico-mecanice ale cernoziomului carbonatic lutos profund, a solurilor neerodate şi cu diferit grad de erodare, în diverse agroecosisteme de la Staţiunea Didactică Experimentală Chetrosu, UASM, locaţie amplasată la periferia sud-estică a Podişului Moldovei Centrale – Codrii, latitudine 46.92$^0$ N, longitudine 29.04$^0$ E, altitudinea de 51 m faţă de nivelul mării.

Parametrii fizico-mecanici cercetaţi au fost plasticitatea, adeziunea, rezistenţa la penetrare şi gonflarea. În cercetare au fost incluse agroecosisteme cu diferit nivel de impact antropic, inclusiv agroecosisteme degradate prin eroziune, ogor negru, dar şi ecosisteme unde timp de 60 de ani nu s-a efectuat lucrarea solului (ecosistem de ţelină).

Agrocenozele cercetate au fost culturile agricole în asolament şi culturile permanente lucernă, grâu de toamnă, porumb boabe, floarea-soarelui. Proprietăţile fizico-mecanice au fost determinate conform metodelor clasice utilizate în pedologie şi geologie (Vadûnina, A., Korčagina, Z. 1986; Canarache, A. 1990). Aderenţa s-a determinat pe probe în aşezare naturală, iar pentru excluderea influenţei structurii pe probe astructurate.

A fost utilizată clasificarea solurilor din Republica Moldova după indicii de plasticitate şi adeziune (Tab. 1).

**Tabelul 1.** *Clase de valori ale plasticităţii şi adeziunii solului (Andriucă V., 1990)*

| Denumirea | Plasticitatea | | Adeziunea, kPa |
|---|---|---|---|
| | limita superioară | limita inferioară | |
| Foarte mică | <30 | <17 | 0-0,2 |
| Mică | 30-37 | 17-21 | 0,2—0,4 |
| Mijlocie | 37-44 | 21-25 | 0,4-0,6 |
| Mare | 44-51 | 25-29 | 0,6-0,8 |
| Foarte mare | >51 | >29 | >0,8 |

## REZULTATE ŞI DISCUŢII

Cercetările privind indicii fizico-mecanici plasticitate, adeziune şi rezistenţă la penetrare a solului au fost studiaţi în perioada 2005–2015 în cadrul diverselor agroecosisteme din Republica Moldova. Modificările plasticităţii şi adeziunii solului în diverse agroecosisteme cauzate de impactul antropic au fost prezentate într-un şir de publicaţii ştiinţifice. De exemplu, influenţa irigării cu apă din Nistru a dus la micşorarea plasticităţii solului cu 2,25% (urmare a scăderii conţinutului de humus în sol). S-au constatat schimbări semnificative ale adeziunii solurilor irigate, comparativ cu cele neirigate, în stratul de sol 0-20 cm (Gumeniuc, A. 2004; Hajdapova, D., Kameneckaâ, O. 2004). Prin modelarea gonflării cernoziomului tipic lutos din rezervaţia Kursk (Rusia) s-a demonstrat că plasticitatea şi consistenţa solului se micşorează pe măsura reducerii materiei organice din sol. Modificarea semnificativă a plasticităţii solului pe ogor negru, comparativ cu solul înţelenit de stepă a fost semnalată anterior (Andriucă, V. 2005; 2013), iar cercetările continue complexe ai indicilor fizico-mecanici arată posibilitatea utilizării acestora în cadrul monitoringului agroecologic a evaluării impactului antropic în diverse agroecosisteme. Oportunitatea folosirii parametrilor plasticităţii, adeziunii şi a altor parametri devine evidentă la cercetarea variantelor extreme (opuse), cu

degradări bine conturate, fapt remarcat la studierea indicilor fizico-mecanici ai cernoziomurilor cu diferit grad de erodare şi ai solului din agroecosisteme diametral opuse după nivelul impactului antropic, inclusiv fără impact antropic (Macrii, L. 2014a).

Factorul principal de degradare a mediului şi de reducere a fertilităţii solurilor în Republica Moldova este eroziunea. Accelerarea proceselor erozionale este condiţionată de factorul antropic, de tehnologiile aplicate, de relief. Dintre toate terenurile agricole din republică, cca 2 mln hectare sau 82% sunt situate pe versanţi, iar date cu privire la plasticitatea solului ce corespunde umidităţii optimale de lucrare a acestuia, la moment, lipsesc. În studiu a fost luat cernoziomul carbonatic lutos cu diferit grad de erodare. Conţinutul fracţiunilor <0,01 şi <0,001mm nu depăşeşte 26% şi, respectiv, 45%. Limitele plasticităţii, atât superioară, cât şi inferioară, corespund varietăţilor lutoase şi exprimă compoziţia orizonturilor genetice (Tab. 2), mai ales limita inferioară de plasticitate. Datele demonstrează că odată cu degradarea solului prin eroziune, plasticitatea superioară şi cea inferioară scad. Plasticitatea solului foarte puternic erodat diferă cu 4% comparativ cu solul neerodat, modificându-se valorile de la medii la mici.

**Tabelul 2.** *Plasticitatea (%) cernoziomului carbonatic cu diferit grad de eroziune*

| Adâncimea, cm | Limita superioară de plasticitate | | | Limita inferioară de plasticitate | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gradul de eroziune | | | | | |
| | neerodat | moderat erodat | foarte puternic erodat (erodosol) | neerodat | moderat erodat | foarte puternic erodat (erodosol) |
| 0-10 | 38 | 40 | 37 | 23 | 22 | 19 |
| 10-20 | 37 | 39 | 34 | 23 | 21 | 16 |
| 20-30 | 39 | 38 | 36 | 20 | 22 | 16 |
| 30-40 | 41 | 37 | 32 | 19 | 20 | 16 |
| 40-50 | 42 | 36 | 31 | 20 | 21 | 16 |
| 50-60 | 41 | 35 | 29 | 22 | 22 | 15 |
| 60-70 | 39 | 33 | 29 | 19 | 19 | 15 |
| 80-90 | 39 | 32 | 30 | 19 | 19 | 14 |
| 100-110 | 36 | 34 | 31 | 20 | 18 | 15 |
| 140-150 | 33 | 32 | 32 | 15 | 18 | 14 |
| **DL $_{0,05}$=1,3%** | | | | **DL $_{0,05}$=1,4%** | | |

Variaţii semnificative se constată şi la indicele de adeziune a solului (Tab. 3). Conform scării de apreciere a proprietăţilor fizico-mecanice ale solurilor Moldovei, adeziunea are valori mici (0,2-0,4 kPa) pentru cernoziomul carbonatic lutos neerodat şi medii (0,4-0,6 kPa) pentru cel moderat erodat. Valori înalte ale adeziunii (între 0,6-0,8 kPa) se atestă şi pentru cernoziomul foarte puternic erodat (Tab. 3).

**Tabelul 3.** *Adeziunea (kPa) în dependenţă de umiditate (%) în stratul arabil al cernoziomului carbonatic cu diferit grad de erodare (sol astructurat)*

| Gradul de erodare | Umiditate,%/adeziunea, kPa* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Neerodat | 24,0<br>0 | 30,0<br>0,28 | 33,7<br>0,33 | 36,0<br>0,37 | 38,0<br>0,39 |
| Mediu erodat | 22,0<br>0 | 30,4<br>0,37 | 34,7<br>0,50 | 35,0<br>0,49 | 35,6<br>0,57 |
| Foarte puternic erodat | 19,0<br>0 | 26,5<br>0,42 | 31,4<br>0,63 | 32,2<br>0,79 | 34,7<br>0,76 |

*__Notă:__ la numărător – umiditatea; la numitor – adeziunea, kPa.

Datele privind limita superioară şi cea inferioară de plasticitate indică o micşorare a valorilor pe măsura creşterii gradului de erodare a solurilor. Rezultatele demonstrează că gradul de erodare influenţează considerabil valorile plasticităţii şi adeziunii solului în direcţia înrăutăţirii proprietăţilor funcţional-mecanice de lucrare a solului (Tab. 2 şi 3). S-a constatat că în stratul arabil al cernoziomului neerodat şi moderat erodat limita inferioară de plasticitate constituie 22-23%, iar pentru acelaşi strat al cernoziomului foarte puternic erodat valorile sunt mai mici (16-19%), ceea ce va influenţa negativ

procesele tehnologice de lucrare a solului. Adeziunea în stratul arabil al cernoziomului carbonatic lutos (Tab. 3) are valori de 0,2-0,4 kPa, iar odată cu creşterea degradării prin eroziune se majorează şi adeziunea, ceea ce plasează acest tip de sol, conform clasificării solurilor după adeziune, din categoria cu adeziune slabă şi mică la categoria cu nivel mediu şi înalt de adeziune, specifică pentru cernoziomurile carbonatice lutoase nedegradate. Aşadar, degradarea prin eroziune modifică semnificativ plasticitatea şi adeziunea solului drept consecinţă a micşorării în stratul arabil a conţinutului de substanţă organică.

S-a constatat că în stratul de 0-30 cm a solurilor cu diferit grad de erodare (Tab. 2), valorile limitelor superioare şi inferioare de plasticitate se modifică nesemnificativ, iar cu adâncimea, odată cu pierderea influenţei humusului, diferenţierea acestor indicatori fizico-mecanici, în dependenţă de gradul de erodare, se măreşte. Odată cu amplificarea degradării prin erodare, valorile plasticităţii solului variază tot mai mult, iar parametrul trece dintr-o clasă de valori în alta (19% la solul foarte puternic erodat pentru adâncimea 0-10 cm şi 16% pentru stratul de 10-50 cm).

Conform adeziunii orizontului arabil (Tab. 3), la umiditatea de 24-38%, în variantele neerodate se atestă valori mici, la varianta moderat erodată adeziunea atinge mărimea de 0,5 kPa, iar la varianta sol foarte puternic erodat se atestă valori maximale de 0,63 kPa, ceea ce este atipic pentru cernoziomurile carbonatice neerodate.

Diferenţieri semnificative ale plasticităţii solului în ecosisteme naturale şi agroecosisteme s-au evidenţiat în solurile cenuşii, în cernoziomul levigat **(**Andriuca, V. 2005; 2012; 2013). Date similare au fost obţinute şi în cadrul cercetărilor însuşirilor fizico-mecanice ale solului din diverse agroecosisteme pentru cernoziomul carbonatic lutos (Macrii, L. 2014b).

Rezultatele prezentate în tabelele 4 şi 5 demonstrează că atât limita superioară de plasticitate, cât şi limita inferioară se micşorează semnificativ de la pârloagă, porumb monocultură, lucernă spre ogor negru, iar la ogorul negru se modifică inclusiv indicele de plasticitate, caracteristică ce semnalează înrăutăţirea semnificativă textural-funcţională ecologică a solului. Comparativ cu varianta pârloagă, care poate fi utilizată în monitoringul agroecologic ca variantă de fond, modificarea indicilor de plasticitate are loc astfel: cu 3-4% la ogor negru; cu 2-3% la lucernă, cultură permanentă pentru stratul de 0-20 cm; cu 1-2% la porumb, monocultură. Studierea plasticităţii solului sub agrocenozele - culturi în asolament, porumb, mazăre, nu denotă o modificare esenţială a plasticităţii solului, unde limita superioară de plasticitate constituie 33-34%, iar limita inferioară – 19-20%. Valorile plasticităţii solului arată că ogorul negru, monocultura de porumb şi chiar lucerna modifică semnificativ calitatea solului, iar datele plasticităţii pe profilul solului indică modificări evident negative pentru diferite straturi de sol.

**Tabelul 4.** *Limitele şi indicele de plasticitate ale cernoziomului carbonatic în agroecosisteme cu tip specific de folosinţă (Macrii, L. 2014b)*

| Adâncimea,cm | Limitele plasticităţii, % | | Indicele de plasticitate,% |
|---|---|---|---|
| | superioară | inferioară | |
| **Pârloagă (60 ani)** | | | |
| 0-10 | 38,8 | 22,4 | 16,4 |
| 10-20 | 34,9 | 19,5 | 15,4 |
| 20-30 | 35,8 | 20,1 | 15,7 |
| **Ogor negru (60 ani)** | | | |
| 0-10 | 30,3 | 17,8 | 12,5 |
| 10-20 | 29,5 | 17,6 | 12 |
| 20-30 | 29,9 | 17,8 | 12,1 |
| **Porumb monocultură (29 ani)** | | | |
| 0-10 | 34,7 | 20 | 14,7 |
| 10-20 | 35,7 | 19,5 | 16,2 |
| 20-30 | 36,4 | 19,7 | 16,6 |
| **Lucerna monocultură (60 ani)** | | | |
| 0-10 | 32,8 | 19,6 | 13,2 |
| 10-20 | 32,7 | 18,8 | 14 |
| 20-30 | 35,2 | 19,1 | 16,2 |

Cercetarea plasticităţii solului în agroecosistemele cu divers agrofond arată că lucrarea solului prin arătură (A) şi paraplow (P), cu aplicarea gunoiului de grajd şi a îngrăşămintelor minerale, nu degradează calitatea fizico-mecanică a solului, menţin limitele superioare şi inferioare de plasticitate, indicele de

plasticitate rămânând apropiat de valorile obţinute în varianta pârloagă. Cercetările au evidenţiat rolul pozitiv al aplicării gunoiului de grajd asupra însuşirilor fizico-mecanice ale solului, comparativ cu aplicarea îngrăşămintelor minerale (Tab. 5).

**Tabelul 5.** *Limitele şi indicele de plasticitate ale cernoziomului carbonatic în agroecosisteme din asolament, 2009*

| Adâncimea, cm | Limitele plasticităţii, % | | Indicele de plasticitate, % |
|---|---|---|---|
| | superioară | inferioară | |
| **Mazăre A+NPK** | | | |
| 0-10 | 33,3 | 19,3 | 14 |
| 10-20 | 33,4 | 19,4 | 14 |
| 20-30 | 33,2 | 19,6 | 13,7 |
| **MazăreA+gg** | | | |
| 0-10 | 33,7 | 20,6 | 13,1 |
| 10-20 | 34,7 | 20,5 | 14,2 |
| 20-30 | 34,9 | 20 | 14,9 |
| **Mazăre P +gg** | | | |
| 0-10 | 34 | 20,3 | 13,7 |
| 10-20 | 34,3 | 19,7 | 14,7 |
| 20-30 | 35,8 | 19,8 | 16 |
| **Mazăre P +NPK** | | | |
| 0-10 | 34 | 19,1 | 14,9 |
| 10-20 | 34,4 | 18,7 | 15,7 |
| 20-30 | 34,1 | 19,1 | 15 |

Cercetarea adeziunii solului în multiple agroecosisteme, variante cu ţelină şi ogor negru, culturi în asolament şi cultură permanentă (Tab. 6) a arătat că degradarea fizico-mecanică se evidenţiază mai pronunţat la varianta ogor negru, exprimată prin micşorarea umidităţii incipiente de adeziune şi prin indici maximali de adeziune (0,73 kPa pentru umiditatea de 44,5%), iar la 27-31% de umiditate, adeziunea creşte de 3-4 ori şi trece, conform claselor de valori, de la nivelul foarte mic la nivelul mare, peste 2 clase de valori. Varianta cu lucernă în monocultură duce la o degradare a solului în aspectul adeziunii, mai slab pronunţată, comparativ cu ogorul negru. Parametrii adeziunii înregistrează degradări la nivelul componentelor, ceea ce este important pentru aplicarea unor metode de evidenţiere a degradării solului la nivel sistemic.

**Tabelul 6.** *Relaţia între aderenţă (kPa) şi umiditatea solului (%) la cernoziomul carbonatic, 2010*

| Adâncimea, cm | | Umiditatea, % la numărător şi aderenţa, kPa la numitor | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Lucernă monocultură (60 ani) | | | | | | |
| 0-10 | W, % | 35,4 | 32,4 | 27,4 | 22,6 | 19,4 | 18,6 | |
| | kPa | 0,38 | 0,33 | 0,26 | 0,18 | 0,09 | 0,04 | |
| 10-20 | W, % | 32,6 | 30,4 | 26 | 18,1 | 18 | 18,2 | 16,4 |
| | kPa | 0,35 | 0,41 | 0,39 | 0,21 | 0,2 | 0,13 | 0,06 |
| **Ogor negru (60 ani)** | | | | | | | | |
| 0-10 | W, % | 44,5 | 30,9 | 26,6 | 23,3 | 21 | 18 | 14,8 |
| | kPa | 0,73 | 0,56 | 0,43 | 0,27 | 0,25 | 0,13 | 0,08 |
| 10-20 | W, % | 39,1 | 27,5 | 23,2 | 19,4 | 17,3 | 16 | 15,9 |
| | kPa | 0,77 | 0,51 | 0,35 | 0,21 | 0,19 | 0,02 | 0 |
| **Ţelină (60 ani)** | | | | | | | | |
| 0-10 | W, % | 38,0 | 37,2 | 33,5 | 27,4 | 25,1 | 24,4 | 22,6 |
| | kPa | 0,21 | 0,17 | 0,2 | 0,13 | 0,15 | 0,06 | 0 |
| 10-20 | W, % | 36,9 | 30,1 | 28,1 | 23,3 | 20,7 | 19,8 | 17,7 |
| | kPa | 0,22 | 0,24 | 0,2 | 0,19 | 0,18 | 0,12 | 0 |

În comparaţie cu varianta „arătură+gunoi de grajd", cercetarea variantelor porumb monocultură şi porumb în asolament (Tab. 7) demonstrează un nivel mai avansat de degradare a agroecosistemului „porumb cultură permanentă", iar porumbul după premergătorul grâul de toamnă are o stare de adeziune mai favorabilă, faţă de porumbul după premergătorul porumb.

**Tabelul 7.** *Relaţia dintre aderenţă (kPa) şi umiditatea (%) orizonturilor arabile şi subarabile ale cernoziomului carbonatic sub porumb, septembrie 2010*

| Adâncimea, cm | | Umiditatea, % la numărător şi aderenţa, kPa la numitor | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Porumb (premergător grâu de toamnă), Arătură + gunoi de grajd | | | | | | | | |
| 0-10 | Umiditatea,W, % | 39,8 | 35,0 | 32,4 | 31,0 | 28,8 | 25,5 | 23,4 | 18,6 | 18,1 |
| | Aderenţa, kPa | 0,38 | 0,33 | 0,35 | 0,37 | 0,28 | 0,3 | 0,2 | 0,08 | 0,04 |
| 10-20 | Umiditatea,W, % | 28,8 | 25,6 | 25,5 | 24,2 | 22,8 | 22,4 | 21,0 | 18,2 | 17,7 |
| | Aderenţa, kPa | 0,4 | 0,3 | 0,39 | 0,29 | 0,33 | 0,24 | 0,14 | 0,14 | 0,03 |
| 20-30 | Umiditatea,W, % | 30,2 | 26,9 | 23,8 | 23,0 | 21,5 | 19,4 | 18,8 | 17,0 | 16,9 |
| | Aderenţa, kPa | 0,46 | 0,35 | 0,34 | 0,38 | 0,28 | 0,2 | 0,12 | 0,05 | 0,01 |
| 30-40 | Umiditatea,W, % | 31,3 | 26,3 | 23,2 | 21,2 | 19,8 | 17,5 | 16,3 | 15,7 | |
| | Aderenţa, kPa | 0,38 | 0,35 | 0,41 | 0,31 | 0,28 | 0,16 | 0,05 | 0 | |
| 40-50 | Umiditatea,W, % | 34,3 | 30,1 | 26,8 | 25,5 | 24,3 | 22,4 | 20,7 | 20,6 | 18,0 |
| | Aderenţa, kPa | 0,28 | 0,24 | 0,28 | 0,26 | 0,29 | 0,23 | 0,19 | 0,12 | 0 |
| 50-60 | Umiditatea,W, % | 33,8 | 29,4 | 27,5 | 26,5 | 25,9 | 24,3 | 21,7 | 20,3 | 16,2 |
| | Aderenţa, kPa | 0,26 | 0,3 | 0,27 | 0,37 | 0,38 | 0,32 | 0,22 | 0,17 | 0,06 |
| **Porumb monocultură, Arătură + gunoi de grajd** | | | | | | | | | | |
| 0-10 | Umiditatea,W, % | 38,8 | 32,3 | 30,4 | 29,9 | 28,9 | 26,8 | 24,6 | 19,3 | 17,4 |
| | Aderenţa, kPa | 0,43 | 0,54 | 0,45 | 0,58 | 0,64 | 0,41 | 0,3 | 0,12 | 0,06 |
| 10-20 | Umiditatea,W, % | 30,6 | 27,6 | 26,6 | 26,0 | 26,0 | 24,8 | 22,4 | 18,9 | |
| | Aderenţa, kPa | 0,41 | 0,37 | 0,49 | 0,39 | 0,38 | 0,27 | 0,21 | 0,02 | |
| 20-30 | Umiditatea,W, % | 28,8 | 25,1 | 23,4 | 22,6 | 19,7 | 19,0 | 18,7 | 16,3 | |
| | Aderenţa, kPa | 0,33 | 0,36 | 0,41 | 0,29 | 0,21 | 0,1 | 0,09 | 0 | |
| 30-40 | Umiditatea,W, % | 33,7 | 24,1 | 22,1 | 21,0 | 18,5 | 17,4 | 17,1 | 16,0 | |
| | Aderenţa, kPa | 0,36 | 0,47 | 0,39 | 0,36 | 0,23 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | |
| 40-50 | Umiditatea,W, % | 35,4 | 29,5 | 28,0 | 27,2 | 25,0 | 22,1 | 20,2 | 17,3 | 15,7 |
| | Aderenţa, kPa | 0,24 | 0,3 | 0,31 | 0,3 | 0,24 | 0,23 | 0,2 | 0,12 | 0,07 |
| 50-60 | Umiditatea,W, % | 39,4 | 30,3 | 27,2 | 25,9 | 24,7 | 22,0 | 19,6 | 16,4 | 16,0 |
| | Aderenţa, kPa | 0,34 | 0,3 | 0,42 | 0,32 | 0,26 | 0,26 | 0,17 | 0,1 | 0,06 |

Tehnologia de cultivare a porumbului permite amplasarea culturii mai mulţi ani consecutiv, însă sub aspectul indicilor fizico-mecanici, mai oportun ar fi cultivarea porumbului după un alt premergător, deoarece astfel degradarea fizico-mecanică a solului se minimizează.

Cercetările au arătat că un rol deosebit în manifestarea degradării fizico-mecanice a solului în diverse agroecosisteme îl are fenomenul de pierdere a conţinutului de materie organică din sol, care, conform datelor (Gîrla, D. 2011), se reduce în dependenţă de tipul lucrării solului şi de agrofond, respectiv cu 0,39-0,98 t/ha, mai ales la lucrarea solului cu paraplow a stratului de 0-40 cm, comparativ cu varianta „arătură+îngrăşăminte verzi". Legităţile modificării plasticităţii şi aderenţei corespund modificărilor respective.

## CONCLUZII

1. S-a constatat rolul pozitiv al aplicării gunoiului de grajd asupra valorilor plasticităţii şi adeziunii solului.

2. S-a stabilit că odată cu degradarea solului prin eroziune, degradează şi însuşirile fizico-mecanice ce ţin de aspectele tehnologice de lucrare a solului.

3. În monitorizarea agroecologică pot fi utilizaţi indicii limitelor de plasticitate, iar ca ecosisteme de fond pot fi incluse atât ecosisteme naturale (pârloaga), cât şi ecosisteme cu nivel sporit al impactului antropic (ogor negru).

4. Cercetările au constatat rolul negativ al monoculturii de porumb asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale solului şi anume, asupra plasticităţii şi adeziunii. Amplasarea porumbului după porumb nu este oportună şi nici nu poate fi argumentată din punct de vedere al însuşirilor fizico-mecanice ale solului, de aceea se recomandă amplasarea acestuia după un alt premergător.

5. S-a evidenţiat rolul pozitiv, din punct de vedere fizico-mecanic, al asolamentului pentru tehnologiile agricole privind culturile de câmp.

6. Înrăutăţirea calităţii solului din agroecosisteme poate fi diagnosticată şi cu ajutorul indicilor fizico-mecanici plasticitate şi adeziune.

7. Conform bonitării şi grupării solurilor Republicii Moldova după proprietăţile fizico-mecanice, cernoziomul foarte puternic erodat poate fi catalogat la grupul de soluri cu proprietăţi fizico-mecanice nesatisfăcătoare.

## REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

1. ANDRIUCA, V. (2012). Modificarea proprietăţilor fizico-mecanice ale solurilor în cadrul diverselor ecosisteme de pe Podişul Moldovei de Nord. In: Eficienţa utilizării şi problemele protejării solurilor: lucrările conf. şt. cu participare internaţională. Chişinău, pp. 23-32.

2. ANDRIUCA, V. (2013). Researches concerning some elements of agroecological monitoring in Codrilor Plateau from Republic of Moldova. In: Soil minimum tillage systems: the 7th international symp. Cluj-Napoca, pp. 416-421.

3. ANDRIUCA, V. (2008). The modification of ecopedological indexes under the long antropogenic impact. In: Present Environment and sustainable development. Vol. 2, pp. 75-84. ISSN 1843-5971.

4. CANARACHE, A. (1990). Fizica solurilor agricole. Bucureşti: Cereş. 268 p.

5. FLOREA, N. (2003). Degradarea, protecţia şi ameliorarea solurilor şi terenurilor. Bucureşti. 314 p.

6. GÎRLA, D. (2011). Variaţia unor indici ai agroecosistemelor sub influenţa factorilor climatici şi agrofitotehnici: autoref. tz. doct. în şt. agricole. Chişinău. 30 p.

7. GUMANIUC, A. (2004). Irigarea şi fertilizarea culturilor agricole în condiţiile de subasigurare cu apă: autoref. tz. doct. hab . Chişinău. 40 p.

8. HAJDAPOVA, D., KAMENECKAÂ, O. (2004). O vliânii organičeskogo veêstva na nabuhanie i plastičescuű pročnost' černozema tipičnogo Kurskoj oblasti. V: Černozemy Central'noj Rossii: genezis, geografiâ, évolűciâ: materialy konf., 25-28 maâ, 2004. Voronež. s. 315-318.

9. MACRII, Lucia. (2014a). Evaluarea aderenţei solului în diverse agroecosisteme. In: Lucrări ştiinţifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova. Vol. 41: Agronomie, pp. 171-174. ISBN 978-9975-64-264-4.

10. MACRII, Lucia. (2014b). Plasticitatea cernoziomului carbonatic sub diverse agroecosisteme. In: Rolul agriculturii în acordarea serviciilor ecosistemice şi sociale: conf. şt. intern., Bălţi, 25 noiem., pp. 319-323.

11. VADÛNINA, A., KORČAGINA, Z. (1986). Metody issledovaniâ fizičeskih svojstv počv. Moskva: Agropromizdat. 416 s.

Data prezentării articolului: 02.10.2015
Data acceptării articolului: 23.11.2015

УДК 633.63:632.954

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕВСХОДОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ В БОРЬБЕ С СОРНЯКАМИ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

***Н.Г. ПАМУЖАК, В.Г. НИКУШОР***
*Государственный Аграрный Университет Молдовы*

**Abstract.** The article includes test results of herbicide tank mixtures used to control weeds in sugar beet crops in the northern region of the Republic of Moldova. It was established that weed infestation of crops was high and varied from 59 to 2,059 pcs./m¸. In 2012, the tank mixture that included Betanal Maxx Pro OD 209 + Loco, Sl + Caribou, WP + Goltix 70 SC + Aramo 45 + Trend 90 showed the greatest efficiency in weed destruction (87.5%) and weed mass reduction (97.2 %). This mixture, unlike other mixtures, destroyed very well such weeds as redroot pigweed, pitseed goosefoot and hibiscus trionum. In 2013, nearly all the studied mixtures that included herbicides of the betonal group + Lontrel 300 SL + Carrera, WP + Aramo 45 + Trend 90 showed high efficiency in weed destruction (83-86%) and weed mass reduction (99,2-99.5%) due to the lower weed infestation and a small number of the above mentioned weeds in the field.

**Key words:** Sugar beet; Weed control; Herbicides; Tank mixtures; Efficiency.

**Реферат.** В статье приводятся результаты испытания баковых смесей гербицидов в борьбе с сорняками в посевах сахарной свеклы в северной зоне Республики Молдова. Установлено, что засоренность посевов была высокой и варьировала от 59 шт./мI до 200 шт./мI. В 2012 году наибольшую эффективность, равную 87,5% по показателю гибели сорняков и 97,2% по снижению массы сорняков, показала баковая композиция, включающая Betanal Maxx Pro OD 209 + Loco,Sl + Caribou,WP + Goltix 70 SC + Aramo 45 + Trend 90. Данная смесь хорошо уничтожила, в отличие от других десяти смесей, многие сорняки, в том числе щирицу обыкновенную, марь белую, гибискус тройчатый. В 2013 году, ввиду меньшей засоренности и отсутствия на поле указанных выше сорняков в большом количестве, практически все испытанные смеси, включающие гербициды бетанальной группы + Lontrel 300 SL + Carrera,WP + Aramo 45 + Trend 90, проявили высокую эффективность, равную 83-86% по показателю гибели сорняков и 99,2- 99,5% по снижению их массы.

**Ключевые слова**: Сахарная свекла; Борьба с сорняками; Гербициды; Баковые смеси; Эффективность.

## ВВЕДЕНИЕ

Сахарная свекла в Республике Молдова является важнейшей сельскохозяйственной культурой. Ее площади в последние годы стабилизировались на уровне 26-30 тыс./га. Возделывается она в северной и, частично, центральной зонах. Средняя за 5 лет урожайность составляет около 35,0 т/га и сильно варьируется по годам: от 23,0 т/га до 50 т/га, а в некоторых хозяйствах доходит до 70-80 т/га. Причин таких различий много: это и высокая чувствительность сахарной свеклы к засоренности посевов, и значительное снижение ее продуктивности даже при небольшом количестве сорняков, особенно в первые 40-50 дней вегетации (Berca, M. 2004; Гамуев, В.В., Баранов, Ю.В. 2013; Иващенко, А.А. 1986).

Для борьбы с ними в производственных массивах широко используются различные приемы, в т.ч. и применение гербицидов. Начиная со второй половины 2000-х годов в республике стало внедряться 2-4-х кратное послевсходовое применение баковых смесей гербицидов, основу которых составляют препараты из нескольких групп. Это, прежде всего, бетанальная группа. Их в Молдове зарегистрировано около 15 торговых наименований, различающихся между собой содержанием действующих веществ, наполнителей и препаративной формой; препараты, действующим веществом которых является трифсульфурон-метил, метамитрон, хлоридазон, хизалофоп-п-етил и некоторые другие (Registrul de Stat 2014). На начальном этапе составление баковых смесей осуществлялось путем проб и ошибок. Более того, с ростом количества аналоговых препаратов результаты их производственного применения стали часто находиться в противоречии с результатами, полученными ранее по другим гербицидам той же формации. Были случаи определенного фитотоксического действия гербицидов на растения сахарной свеклы. Подтверждением сказанному служат и сравнительные исследования, проведенные Е.А. Дворянкиным в 2009-2011 гг. во Всероссийском НИИ сахарной свеклы им. А.Л. Мазлумова. Они показали, что многие препараты, применяемые в посевах сахарной свеклы, нуждались в коррекции нормы расхода препарата для достижения высокой эффективности (Дворянкин, Е.А. 2011).

При этом, как отмечает указанный автор, в зависимости от условий применения гербицидов, у массового потребителя продукции стали периодически возникать спорные вопросы с дистрибьютерами по качеству и эффективности действия тех или иных препаратов на сорный компонент. Поэтому, несмотря на удачное решение ряда вопросов борьбы с сорняками, поиск баковых композиций различных гербицидов является в настоящее время и останется в будущем актуальным (Зенин, Л.С., Ащеулов, А.В. 2012; Иващенко, А.А. 2010; Роик, Н.В. и др. 2012).

И вот еще почему. Во-первых, изменяется сортовой и гибридный состав сахарной свеклы, а следовательно, может быть и различная их реакция на гербицидные смеси; во-вторых – постоянно совершенствуется ассортимент препаратов; в-третьих – в агроценозе встречаются разнообразные виды сорных растений, обладающих различной чувствительностью к тем или иным гербицидам; в-четвертых, характер действия гербицидов на сорняки заметно меняется в зависимости от погодных условий (температура, влажность, свет); в-пятых – в результате совместного применения смесей двух-трех или более селективных препаратов возможно проявление синергетического эффекта, что позволяет получить высокую эффективность при пониженных нормах расхода гербицидов, а следовательно и уменьшить пестицидную нагрузку на природную среду. Возможен и обратный процесс – антагонизм препаратов и снижение их эффективности. Вышеизложенное и определило необходимость проведения в Молдове обширных исследований в этом направлении, в том числе представленных в настоящей статье.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыты по изучению эффективности гербицидов и схем их применения в борьбе с сорняками в посевах сахарной свеклы проводили в северной зоне республики, где находятся основные площади данной культуры. Предшественником свеклы была озимая пшеница. Технология возделывания общепринятая для северной зоны. Погодные условия вегетационного периода в годы исследований различались. Внешний вид опытного поля представлен на рисунках 1 и 2.

По видовому составу и численности сорных растений посевы свеклы различались. Все это позволило получить более полную информацию об эффективности действия баковых смесей на сорняки. Размер делянок 54 мI; повторность – 3-4-х кратная. Гербициды вносили дробно 2-4 раза по вегетирующим сорнякам ручным опрыскивателем марки Bauman. Одновременно обрабатывали 6 рядов свеклы. Расход рабочего раствора составил 250 л/га. Выбор препаратов, очередности их применения и норм расхода осуществляли в зависимости от спектра засоренности посевов и имеющейся информации о действии гербицидов на различные виды сорных растений. Исходя из изложенного, а также складывающихся погодных условий, в первой половине вегетации сахарной свеклы были проведены четыре обработки гербицидами в 2012 году и три обработки в 2013 году, из которых одна – довсходовая, гербицидом тотального действия из группы глифосатов, и две по вегетации. Учет эффективности применения гербицидов проводили в соответствии с общепринятой методикой и формулой (Lazări, I., red. 2002).

Рис.1-2. *Опытный участок по гербицидам*

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Полученные данные свидетельствуют, что в 2012 году засоренность опытного участка была, по принятой шкале оценки, сильной и составила на контроле спустя три недели после последнего применения гербицидов – 200 экз/мI. На контроле встречались 16 видов сорняков. Из однолетних двудольных преобладали гибискус тройчатый (53 экз/мI), паслен черный (58 экз/мI), щирица обыкновенная (23 экз/мI), марь белая (16 экз/мI), дурнишник обыкновенный (14 экз/мI), а из однодольных – мышей сизый (21 экз/мI). На вариантах, обработанных гербицидами, общее количество сорняков сократилось, но в разной степени. Наибольшее снижение засоренности было в варианте 11 (43 экз/мI), который включал баковую смесь гербицидов, состоящую из Betanal Maxx Pro OD 209 (3 обработки) + Loco, SL (3 обработки) + Caribou, WP (2 обработки) + Goltix 70 SC (2 обработки) + Aramo 45 (1 обработка) + ПАВ Trend 90 (3 обработки). Однако на многих вариантах, обработанных гербицидами в других композициях, численность гибискуса тройчатого и щирицы обыкновенной была по-прежнему высокой и составляла, соответственно, 123-143 экз/мI и 17-28 экз/мI. Во время последующего учета, проведенного через 18 дней после предыдущего, количество сорняков как на контроле, так и на вариантах с гербицидами, снизилось. Это связано, на наш взгляд, с тем, что после смыкания рядов сахарной свеклы часть сорняков оказалась затененной, и они перестали развиваться или даже погибли. При этом наибольшее снижение засоренности, в том числе гибискуса тройчатого и щирицы обыкновенной, произошло в варианте 11 (13 экз/мI). Как и прежде, на многих вариантах, обработанных гербицидами, количество гибискуса тройчатого, щирицы обыкновенной и мари белой оставались относительно высоким. В отличие от двудольных сорняков, на опытных вариантах злаковых сорняков не обнаружено, т.е. все они погибли, что свидетельствует о высокой эффективности противозлаковых гербицидов, таких, как Aramo 45, Agil 100 EC, Agra Super 52 EC, Zellec Super и некоторые другие.

Важным показателем действия гербицидов на сорные растения является их масса. Проведенные нами учеты показали, что масса сорняков во всех вариантах с гербицидами по сравнению с контролем существенно снизилась. Так, на контроле (без гербицидов) она составила 1641 г/мI, а на вариантах с гербицидами – 45-431 г/мI. Наименьшая масса сорняков была на варианте 11 (0,45 г/мI).

Расчеты биологической эффективности гербицидов, представленные в таблице 1, показывают, что по показателю гибели сорняков она была высокой при первом и втором учете на варианте 11-80% и 87,5%; низкой на вариантах 10 - 69% и 52, 2%, 8 - 59% и 39%. В остальных вариантах биологическая эффективность была очень низкой – 1,5 - 52,5% при первом учете и 19,3 - 44,7% при втором. На наш взгляд, это связано с тем, что в апреле и мае выпало большое количество осадков – 65мм и 70мм соответственно, при 38-40мм среднемноголетних, что не позволило провести обработки гербицидами в оптимальные, наиболее чувствительные периоды (фаза семядолей) развития сорняков. Как отмечает А.П. Шиндин (2012), с появлением первого листа мари белой, щирицы или началом ветвистости у подмаренника цепкого и просвирника эффективность действия бетанальной группы препаратов резко снижается.

К тому же в посевах свеклы была очень высокой численность щирицы обыкновенной, мари белой и гибискуса тройчатого, которые, по сравнению со многими другими сорняками, обладают большей природной устойчивостью к некоторым применяемым гербицидам. Очевидно, вышеизложенные обстоятельства привели к тому, что большинство баковых смесей не оказали достаточного действия на сорняки или же препятствовали появлению их новых всходов.

Биологическая эффективность гербицидов по показателю массы сорняков варьирует от 63% до 97,2%. При этом наибольшей была эффективность в вариантах 11 (97,2%), 4 (92,1%) и 10 (88,5%). Это указывает на то, что сорняки в некоторых вариантах если и не погибли полностью, то сильно угнетались.

В аналогичном опыте, заложенном в 2013 году, были включены 7 вариантов (Табл. 2).

Однако, до появления всходов сахарной свеклы в борьбе с взошедшими сорняками поле было обработано гербицидом сплошного действия из группы глифосатов. В дальнейшем, в период вегетации сахарной свеклы, исходя из численности сорняков и их потенциальной опасности, были проведены лишь две обработки баковыми смесями гербицидов.

**Таблица 1.** *Биологическая эффективность гербицидов в борьбе с сорняками в посевах сахарной свеклы (с. Грибова, SRL Agro-SZM, Дрокиевского района 2012)*

| Варианты опыта | Биологическая эффективность, % | | |
|---|---|---|---|
| | по гибели сорняков | | по массе сорняков |
| | учет 02.07.2012 | учет 20.07.2012 | учет 20.07.2012 |
| Вариант 1 (контроль) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Вариант 2 | 52,5 | 44,7 | 75,9 |
| Вариант 3 | 1,5 | 34,5 | 63,1 |
| Вариант 4 | 16,7 | 39,7 | 92,1 |
| Вариант 5 | 8,6 | 19,3 | 80,8 |
| Вариант 6 | 9 | 30,7 | 76,7 |
| Вариант 7 | 35 | 35,4 | 79,4 |
| Вариант 8 | 59 | 39 | 81 |
| Вариант 9 | 37 | 24,5 | 73 |
| Вариант 10 | 69 | 52,2 | 88,5 |
| Вариант 11 | 80 | 87,5 | 97,2 |
| Вариант 12 | 33 | 37 | 80,1 |

**Таблица 2.** *Варианты испытания баковых смесей гербицидов в борьбе с сорняками в посевах сахарной свеклы (с. София, SRL Valea Sofiei, Дрокиевского р-на, 2013 год)*

| **Варианты опыта** | **Сроки обработок и нормы расхода препаратов л/га, кг/га** | |
|---|---|---|
| | **18 май** | **30 май** |
| **1 - Контроль** | | |
| **2** | | |
| Beta Profi, EC | **1** | **1** |
| Lontrel 300 SL | **0,1** | **0,1** |
| Carrera, WP | **0,02** | **0,02** |
| Aramo 45 | **1,8** | |
| Trend | **0,2** | **0,2** |
| **3** | | |
| Beta Profi, EC | **1** | **1** |
| Lontrel 300 SL | **0,1** | **0,1** |
| Carrera, WP | **0,02** | **0,02** |
| Aramo 45 | **1,8** | |
| Trend | **0,2** | **0,2** |
| **4** | | |
| Beta Profi, EC | **1** | **1** |
| Lontrel 300 SL | | |
| Carrera, WP | | |
| Aramo 45 | **1,8** | |
| Pilot, SC | **1** | **1** |
| Trend | **0,2** | **0,2** |

| **Варианты опыта** | **Сроки обработок и нормы расхода препаратов л/га, кг/га** | |
|---|---|---|
| | **18 май** | **30 май** |
| **5** | | |
| Betanal Maxx Pro 209OD | **1,5** | **1,5** |
| Lontrel 300 SL | | |
| Carrera, WP | | |
| Aramo 46 | **1,8** | |
| Pilot, SC | **1** | **1** |
| Trend | **0,2** | **0,2** |
| **6** | | |
| Betanal Maxx Pro 209OD | **1,0** | **1,5** |
| Lontrel 300 SL | | |
| Carrera, WP | | |
| Aramo 46 | **1,8** | |
| Pilot, SC | **1** | **1** |
| Trend | **0,2** | **0,2** |
| **7** | | |
| Belvedere Forte | **1,5** | **1,5** |
| Lontrel 300 SL | | |
| Carrera, WP | | |
| Aramo 46 | **1,8** | |
| Pilot, SC | **1** | **1** |

Данные учета, проведенного 18 мая, показали, что исходная засоренность опытного участка была относительно высокой и составила на контроле 59 экз/мI. В посевах преобладали из однолетних двудольных сорняков горец вьюнковый – 4-16 экз/мI, дурнишник обыкновенный – 3-12 экз/мI, подмаренник цепкий – 1-3 экз/мI, а из однодольных – мышей сизый – 38-66 экз/мI. В дальнейшем, во время второго учета перед второй обработкой гербицидами на контроле, ввиду появления новых сорняков засоренность возросла и составила 93 экз/мI. При этом возросла численность горца вьюнкового – 8 экз/мI, подмаренника цепкого – 4 экз/мI и, особенно, мышея

сизого – 77 экз/мI. На обработанных гербицидами вариантах количество сорняков резко снизилось. Однако численность подмаренника, несмотря на применение гербицидов, достигла значительной величины – 8-16 экз/мI. Во время третьего учета, проведенного 8 июля, спустя 35 дней после второй обработки гербицидами, количество сорняков на контроле снизилось и составило 57 экз/мI, что связано, на наш взгляд, со смыканием рядов сахарной свеклы, затенением сорняков и даже гибелью части из них. Произошло значительное снижение количества сорняков, особенно злаковых, и на вариантах с гербицидами. Однако больших различий между вариантами по засоренности, в отличие от 2012 года, не наблюдалось. Учеты массы сорняков показали, что она на вариантах с гербицидами, по сравнению с контролем, резко снизилась. Так, на контроле она составила 1653 г/мI, а на вариантах с гербицидами – 8,1-76 г/мI. Наименьшая масса была в вариантах 7 и 5 – 8,1 г/мI и 10,5 г/мI, а наибольшая в варианте 4 – 76 г/мI.

Данные, полученные по массе сорняков, свидетельствуют, что, хотя гибель сорняков по вариантам была неполной, большой угрозы растениям сахарной свеклы они не представляли.

Расчеты биологической эффективности гербицидов представлены в таблице 3.

**Таблица 3.** *Биологическая эффективность гербицидов в борьбе с сорняками в посевах сахарной свеклы (с. София, SRL Valea Sofiei, Дрокиевского р-на, 2013 год)*

| Варианты опыта | Биологическая эффективность,% | | |
|---|---|---|---|
| | По гибели сорняков | | По массе сорняков |
| | учет 29.05.2013 | учет 08.07.2013 | учет 08.07.2013 |
| Вариант 1 (контроль) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Вариант 2 | 73,9 | 83 | 99,35 |
| Вариант 3 | 86,5 | 86 | 99,2 |
| Вариант 4 | 80,6 | 77 | 95,4 |
| Вариант 5 | 84,6 | 76 | 99,4 |
| Вариант 6 | 69,5 | 74 | 99,2 |
| Вариант 7 | 86,4 | 75 | 99,5 |

Данные свидетельствуют о том что по показателю гибели сорняков, установленному при первом учете, гербициды в большинстве вариантов, за исключением варианта 4, проявили хорошую биологическую эффективность, которая варьируется от 73,9% до 86,5%. Незначительное снижение эффективности в вариантах 5 и 7, отмеченное при втором учете 8-го июля, по сравнению с учетом, проведенным 29-го мая, на наш взгляд, связано не с самим гербицидом, а с тем что за это время появились и были учтены новые сорняки. Но они были малых размеров, имели, как показано выше, минимальную массу, следовательно, не были экономически значимыми и, очевидно, не влияли на формирование урожая. Биологическая эффективность по показателю снижения массы сорняков была очень высокой – 95,4-99,5%.

## ВЫВОДЫ

1. В условиях высокой засоренности посевов сахарной свеклы, и, особенно, такими сорняками, как щирица обыкновенная, марь белая, гибискус тройчатый, из 12 исследованных в 2012 году вариантов, наибольшую эффективность в борьбе с сорняками, как по показателю их гибели, так и по снижению массы, показала баковая композиция гербицидов, которая включает следующие гербициды и схему их применения: Betanal Max Pro OD 209 (1,2+1,5+1,2 л/га)+Loco,SL (0,2+0,2+0,15 л/га)+Caribou,WP( 0,02+0,03кг/га)+(Goltix 700 SC (1+1 л/га) + Aramo (1,2 л/га) +Trend,ПАВ (0,2+0,2+0,2 л/га).

2. Высокая эффективность баковой композиции, представленной в указанном варианте, обусловлена тем, что она содержит в своем составе Betonal Maxx Pro OD 209, включающий не только действующие вещества фенмедифам + десмедифам + этофумезат, характерные для многих препаратов бетанальной группы, но и ленацил, который хорошо поглощается как листьями, так и корневой системой сорняков, блокирует закрытие устьиц, увеличивает потери воды через транспирацию, нарушает функции клеточных структур, а экран, образованный этим препаратом на почве, заметно тормозит прорастание сорняков.

3. Проведение одной обработки сорняков тотальным гербицидам из группы глифосатов до появления всходов сахарной свеклы в 2013 году, снизило их численность и сократило до двух количество последующих опрыскиваний гербицидами по вегетации культуры. При этом все испытанные баковые смеси гербицидов вызвали высокую гибель сорняков, но наибольшую эффективность проявила, как и в предыдущем году, баковая смесь содержащая Betanal Max Pro OD 209, а также та, которая содержала Beta Profi,EC (1+1л/га) + Lontrel-300 SL(0,1+0,1 л/га)+Carrera,WP(0,02+0,02 кг/га)+ Aramo 45(1,8 л/га)+Trend(0,2+0,2 л/га).

4. Баковые смеси проявившие высокую эффективность в борьбе с сорняками широко пропагандируются, внедрены в производство и применяются во многих свеклосеющих хозяйствах**.**

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. BERCA, M. (2004). Managementul integrat al buruienilor. Bucureşti: Ceres. 532 p.

2. LAZARI, Ion, red. (2002). Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice şi biologice de protecţie a plantelor de dăunători, boli şi buruieni în Republica Moldova. Chişinău. 286 p.

3. REGISTRUL de Stat al produselor de uz fitosanitar şi al fertilizanţilor, premise pentru utilizare în Republica Moldova. Chişinău, 2014. 312 p.

4. ГАМУЕВ, В.В., БАРАНОВ, Ю.В. (2013). Способы снижения расхода гербицидов при обработке сахарной свеклы. В: Сахарная свекла, № 3, с. 29-31.

5. ДВОРЯНКИН, Е.А. (2011). Особенности проявления фитотоксичности гербицидов группы бетанала на сахарной свекле. В: Сахарная свекла, № 9. *ISSN* 0036-3359.

6. ЗЕНИН, Л.С., АЩЕУЛОВ, А.В. (2012). Уход за посевами сахарной свеклы. В: Сахарная свекла, № 4, с. 18-19.

7. ИВАЩЕНКО, А.А. (1986). Пороги вредоносности сорняков и обоснование оптимальных сроков их уничтожения при возделывании сахарной свеклы: Автореф. дис. … канд. с.-х наук. Киев. 24 с.

8. ИВАЩЕНКО, А.А. (2010). Экономика производства сахара нуждается в применении гибких технологий. В: Защита и карантин растений, № 5, с. 28-29.

9. РОИК, Н.В. и др. (2012). Требования по уходу за свекловичными посевами. В: Сахарная свекла, № 5, с. 6-10.

10. ШИНДИН, А.П. (2012). Новый препарат Синдбетан Гранд на посевах сахарной свеклы. В: Сахарная свекла, № 9, с. 32-38.

Data prezentării articolului: 28.09.2015
Data acceptării articolului: 15.11.2015

УДК 633.39 (477.4/.51)

# ЧЕРНОГОЛОВНИК МНОГОБРАЧНЫЙ (*POTERIUM POLYGAMUM WALDST ET KIT.*) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПАСТБИЩНЫЙ ТАКСОН ДЛЯ СРЕДНЕГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ УКРАИНЫ И ГИПОТЕТИЧЕСКИ ДЛЯ МОЛДОВЫ

***В.Л. ПУЮ***

*Подольский государственный аграрно-технический университет, Украина*

**Abstract.** The article includes research results regarding the introduction, biological features and pasture productivity of garden burnet with the annual application of N45. Sainfoin *(Onobrychis)* is accepted as a constitutional prototype of garden burnet. The main study results include: the transfer of garden burnet from the Crimea to the south-western part of the Ukrainian forest steppe (a distance of 750 km) has not changed life expectancy of plants – 10-12 years, just prolonged the annual growing season by 10-15 days. Garden burnet begins to bloom in late May, its seeds ripen in mid-June and the vegetation period lasts 80-90 days in the Crimea. In the central part of Transnistria it blooms in late June and its fruits ripen in mid-July. The advantage in pasture productivity of sainfoin over garden burnet in the south-western region of the Ukrainian forest-steppe may be considered as a tendency, which is statistically unreliable. The most significant feature of garden burnet as compared to many other pasture crops, including sainfoin, is that its root mass exceeds by 1.78 times its top mass, while this index equals to 1.48 in sainfoin. This advantage is especially important for the coastal zone of Transnistria – the territory, which is mostly used for sheep grazing and where the soil is not sufficiently protected against erosion. Therefore, the introduction of garden burnet in the central part of Transnistria is possible and advisable.

**Key words:** *Poterium polygamum*; *Onobrychis*; Introduction; Phenology; Crop yield.

**Реферат.** В статье изложены результаты исследований интродукции, биологических особенностей и пастбищной продуктивности черноголовника многобрачного при ежегодном внесении $N_{45}$. В качестве конституционного прототипа черноголовника принят эспарцет. Основные результаты исследований: перенос черноголовника многобрачного на расстояние в 750 км (из Крыма в юго-западную часть Лесостепи Украины) не изменило продолжительности жизни растений – 10-12 лет и лишь продлило период ежегодной вегетации на 10-15 дней. В Крыму черноголовник начинает цвести в конце мая, семена созревают в середине июня, вегетационный период составляет 80-90 дней. В среднем Приднестровье – зацветает в конце июня; плоды созревают в середине июля. Преимущество в пастбищной продуктивности эспарцета над черноголовником в юго-западном регионе Лесостепи Украины имеет тенденциозный, т. е. статистически недостоверный характер. Наиболее приоритетной особенностью черноголовника в сравнении со многими другими пастбище-пригодными культурами, в том числе и эспарцета, является то, что масса корней черноголовника превышает надземную в 1,78 раза, в то время, как у эспарцета – 1,48 раза. Такое преимущество особенно важно для прибрежной зоны Приднестровья, где, в основном, пасутся овцы и где почва недостаточно защищена от эрозии. В связи с этим, интродукция черноголовника многобрачного в зону среднего Приднестровья возможна и целесообразна.

**Ключевые слова:** *Poterium polygamum*; *Onobrychis*; Интродукция; Фенология; Урожайность.

## ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями 2001-2004 гг., некогда благополучных, овечьих пастбищ на прирусловых территориях Днестра (Каменец-Подольской, Кельменецкой и Хотинской зон) установлено, что на них вместо ранее добротного пастбищного покрова, господствуют эрозионные вымоины глубиной до полутора метра. Этим определилась актуальность и практическая значимость поиска растений с высокими пастбищными и рекреационными качествами. Таким таксоном – оказался черноголовник многобрачный (овечья трава), широко известный в Крыму и практически неведомый в юго-западной Лесостепи Украины, где, кстати, до 1990 г. выпасались большие отары овец.

Отсюда, первичные исследования связаны с интродукцией, которая подтвердила успешность культивирования черноголовника многобрачного в наших условиях. Последующая работа (2005-2014 гг.) имела непосредственную технологическую направленность, отдельные фрагменты которой изложены в статье.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2005-2014 гг. на имитационных пастбищах опытного поля Подольского государственного аграрно-технического университета (широта – 48є40', долгота – 26є35', *h* – 228 м), а также на эрозионно-подверженных береговых склонах Збруча и Днестра.

Почвы опытного поля – чернозёмы глубокие, малогумусные, тяжелосуглинистые, на лёсах; с гумусовым горизонтом 80-90 см.

Содержание гумуса в горизонте 0-30 см – 3,6-3,9% (по Тюрину); легкогидролизуемого азота – 106-129 мг/кг (по Корнфилду); подвижного фосфора и обменного калия соответственно по 104-115 и 148-162 мг/кг (по Чирикову); гидролитическая кислотность – 2,25-2,30 мг-экв /100 г (по Каппену); $pH_{KCl}$ – 5,9-6,4.

Регион достаточно увлажнённый и тёплый: годовая сумма осадков составляет 579-629 мм; сумма активных температур выше + 10°С – 2680-2840°С.

Объектом исследования, как главного процесса подлежащего изучению, является адаптация черноголовника к условиям экосистемы, характерной для среднего Приднестровья юго-западной Лесостепи Украины.

Предметами, которыми исследовался объект являются сорт «слава» и аммиачная селитра в качестве эколого-технологического регулятора. Методикой исследования предусматривалось датирование фенофаз, определение количественных и качественных изменений главных морфоструктур таксона, учет его пастбищной продуктивности при ежегодном внесении $N_{45}$.

В качестве первичной теоретической базы исследований использовались публикации П.Г. Аленина (2011), Э.А. Беркаева (2008), В.С. Гриценко (1986), В.Н. Еськина (2009), А.Н. Кшникаткина и П.Г. Аленина (2010), П.Ф. Медведева (1973), Д.И. Петрова (2008), Д.Б. Рахметова, В.Г. Миколайчука, С.О. Рахметова и др. (2008), І.І. Тимофійшина, О.М. Дереша, В.І. Гончара (2013).

Исследователь П.Г. Аленин (2011) полностью разделяет нашу точку зрения агроэффективности черноголовника, особенно в режиме фитостимуляционного эффекта.

Э.А. Беркаева (2008) рассматривает черноголовник многобрачный в условиях кормового севооборота.

В свою очередь В.С. Гриценко (1986) настаивал на широком использовании черноголовника многобрачного как пастбищную культуру, прототипом к нему выделил эспарцет; он первым предложил возможность выращивания и его перспективность на юге Хмельницкой области.

Автор В.Н. Еськин (2009) сообщает, что в формировании высокопродуктивного агроценоза черноголовника многобрачного определяющим фактором являются сроки посева: оптимальный срок – ранневесенний (1-2-я декада мая), который обеспечивает хорошую перезимовку, высокий урожай зеленой массы 32,8 т/га, кормовых единиц – 4,39 т/га, переваримого протеина – 0,56 т/га, обменной энергии – 89,6 т/га, семян – 1083 кг/га. Для повышения продуктивности черноголовника многобрачного было предложено семена обрабатывать гуматом натрия ($10^{-5}$%) совместно с Аквамиксом ($10^{-5}$%). Также автор рекомендует в системе зеленого конвейера использовать травосмесь черноголовника многобрачного с козлятником. Это определяется их биологическими свойствами – козлятник восточный характеризуется низкой конкурентной способностью (< 0,6), черноголовник многобрачный – высокой (1,5).

Соавторы А.Н. Кшникаткина и П.Г. Аленин (2010) рассматривают особенности формирования продукционного процесса и продуктивности агрофитоценоза черноголовника в зависимости от регуляторов роста, биопрепаратов и микроудобрений.

П.Ф. Медведев (1973) систематизировал выращивание черноголовника многобрачного по большей части территории евро-азиатского континента, изложил химический состав зеленой массы и семян культуры; его работа носит справочный характер.

Д.И. Петров (2008) полностью разделяет наше мнение на рост, развитие и продуктивность черноголовника многобрачного. Это полная параллель наших воззрений на таксон.

Д.Б. Рахметов, В.Г. Миколайчук, С.О. Рахметова и др. (2008) разработали методику проведения экспертизы сортов черноголовника многобрачного на различие, однородность и стабильность, что является в настоящее время стандартом проведения полевых опытов с данной культурой.

В своих работах И. Тимофийшин, О. Дереш, В. Гончар (2013) определили перспективный рынок продуктов овцеводства и оптимальное поголовье в Хмельницкой области в 440 гол. с оптимальным уровнем кормления (5,5-6 ц к.од. на одну овцу), что предусматривает наличие мощной кормовой базы, основанной на специализированных овечьих пастбищных агроценозах.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В зоне интродукции возобновление весенней вегетации растений черноголовника многобрачного наступало в начале апреля (03.04), образование соцветий – начале июня (04.06), цветение – середине июня (15.06), созревание плодов – во второй половине июля (16.07).

Период вегетации растений составлял 104 суток, из которых 59,6% приходилось на «возобновление вегетации – образование соцветий», 10,6% – «образование соцветий – цветение» и 29,8% – «цветение – созревание плодов».

Особенности динамики наступлений фенофаз контролировалось средним квадратичным отклонением (*S)*, по величине которого наиболее вариабельными фенофазами оказались: образование соцветий и цветение (*S* = 8,40-8,42); к категории средней изменчивости отнесено возобновление вегетации (*S* = 4,85) и малой – созревание плодов (*S* = 2,10) (Табл. 1).

**Таблица 1.** *Фенология растений черноголовника многобрачного, в среднем за 2005-2014 гг.*

| Фенофазы | Дата | | | Структура вегетационного периода | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ∑ | стат. параметры | | межфазные периоды | продолжи-тельность | |
| | | *lim* | *S* | | дней | % |
| Возобновление весенней вегетации | 03.04 | 25.03÷10.04 | 4,85 | Возобновление вегетации – созревание | 104 | 100,0 |
| Образование соцветий | 04.06 | 22.05÷14.06 | 8,40 | Возобновление вегетации – образование соцветий | 62 | 59,6 |
| Цветение | 15.06 | 30.05÷27.06 | 8,42 | Образование соцветий – цветение | 11 | 10,6 |
| Созревание плодов | 16.07 | 10.07÷22.07 | 2,10 | Цветение – созревание | 31 | 29,8 |

По ряду конституционных признаков, растения черноголовника сходны на уровне прототипа с эспарцетом (Гриценко, В.С. 1986) (Рис. 1).

Каждая из парабол на рисунке отвечает уравнению Гаусса – Лапласа, которое в биометрии известно, как кривая Кэтле с площадью графического покрытия равной единице или 100%, что делает возможным через наложение площадей черноголовника и эспарцета определить их процентную подобность; в нашем примере, равную – 83,6%.

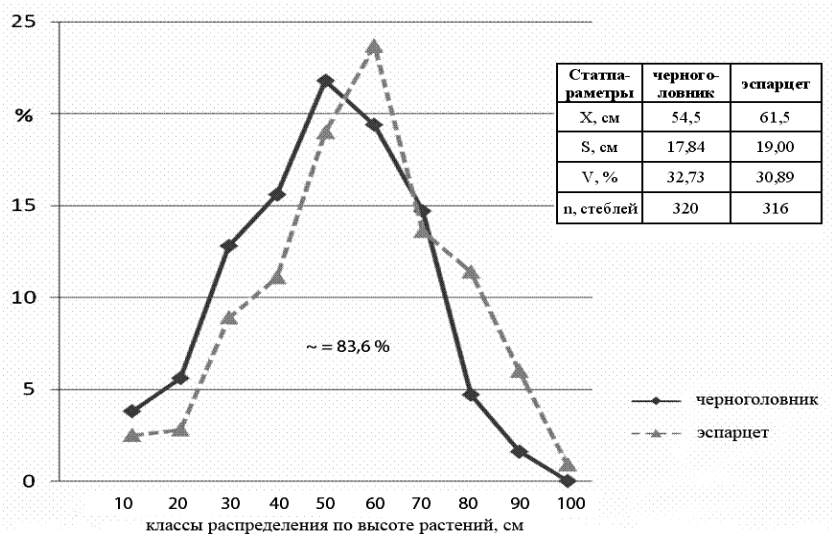



**Рис. 1.** *Кривые нормального распределения изменчивости линейных размеров стеблей черноголовника и эспарцета*

**Рисунок 2**. *Конституционные особенности фенотипов эспарцета и черноголовника*

Главным конституционным преимуществом черноголовника (2) над эспарцетом (1) является более высокая корнеобеспеченность надземной вегетативной массы ($K_{вм}$). У черноголовника она в среднестатистическом варианте составляла 1,78 ($K_{вм}$ = 642 / 361; 642 г – корневая масса растения, 361 – травяная масса); у эспарцета – 1,48 ($K_{вм}$ = 536 / 362), т. е. уступает на 20,3%.

На рисунке 2 демонстрируется развитие вегетативной массы и скелетной основы растений состоянием на 05.06.2014 г.

Более мощная корневая система и особенно скелетная ее основа положительно характеризуют черноголовник как пастбищную культуру с высоким рекреационным потенциалом.

Исследования предусматривали установление наиболее экологически уязвимых фенотипических признаков, на которые следует направлять действие агротехнических факторов для достижения положительных практических результатов. Таким индикатором стал $N_{45}$, при котором отмечались сравнительно высокие среднеквадратичные отклонения ($S$). В уравнении $K_u = S_{N45} / S_0$, где $K_u$ является коэффициентом индикации, а индикаторными признаками следует считать: количество стеблей на растении, где $K_u$ = 1,32 (1,59 / 1,20), массу стеблей ($K_u$ = 1,50) и особенно – высоту стеблей, где $K_u$ = 2,67 (Табл. 2).

**Таблица 2.** *Базовые статистические параметры растений черноголовника многобрачного*

| **Показатели** | | | **Агрофон** | ***n*** | **стат. параметры** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ***lim*** | ***V*, %** | ***S*** | $\bar{x} \pm S_x$ |
| Стеблей | на растении, ед. | | 0 | 100 | 1-7 | 32,4 | 1,20 | 3,7±0,12 |
| | | | $N_{45}$ | | 1-9 | 39,8 | 1,59 | 4,0±0,15 |
| | 1 м$^2$ | | 0 | 10 | 187-348 | 20,0 | 53,71 | 269±17 |
| | | | $N_{45}$ | | 213-379 | 18,7 | 53,71 | 287±17 |
| | *h*, см | | 0 | 30 | 12-102 | 42,2 | 21,92 | 52±4 |
| | | | $N_{45}$ | | 30-97 | 28,3 | 16,18 | 58±3 |
| | *m*, г | | 0 | 25 | 1,79-4,60 | 24,2 | 0,70 | 2,89±0,14 |
| | | | $N_{45}$ | | 1,20-5,42 | 32,4 | 1,05 | 3,24±0,21 |
| | Δ | суточный, см | 0 | | | | | 0,86-1,01 |
| | | | $N_{45}$ | | | | | 0,98-1,09 |
| | | суточный, г | 0 | | | | | 0,049-0,054 |
| | | | $N_{45}$ | | | | | 0,054-0,062 |
| **Морфологические составляющие одного среднестатистического растения** | | | | | | | | |
| Стеблей | | | 0 | единиц | 6 | ***r*** (%) | | 8,56 (54,8) |
| | | | $N_{45}$ | | 6 | | | 9,94 (57,0) |
| Листьев | | | 0 | | 17 | | | 3,95 (25,3) |
| | | | $N_{45}$ | | 22 | | | 3,95 (22,7) |
| Головок (соцветий) | | | 0 | | 19 | | | 3,10 (19,9) |
| | | | $N_{45}$ | | 19 | | | 3,53 (20,3) |
| $\Sigma$ | | | 0 | | 42 | | | 15,61 (100) |
| | | | $N_{45}$ | | 47 | | | 17,42 (100) |
| **Фотосинтетический потенциал и его составляющие** | | | | | | | | |
| **Статистические группы за фенологией** | | | **Агрофон** | | **I** | **II** | **III** | $\bar{x} \pm S_x$ |
| Фотосинтетические параметры | 1 м$^2$ листовой поверхности, г | | 0 | | 156 | 164 | 131 | 150±15,8 |
| | | | $N_{45}$ | | 148 | 161 | 130 | 146±14,9 |
| | листовая масса, г/м$^2$ | | 0 | | 226 | 174 | 152 | 184±35,6 |
| | | | $N_{45}$ | | 252 | 193 | 173 | 208±38,1 |
| | листовой индекс ($И_л$) | | 0 | | 1,45 | 1,06 | 1,16 | 1,22±0,19 |
| | | | $N_{45}$ | | 1,70 | 1,21 | 1,33 | 1,41±0,24 |
| | ФП на 1 м$^2$, м$^2$/сутки, | | 0 | | 43,5 | 26,5 | 34,8 | 104,8 |
| | | | $N_{45}$ | | 51,0 | 36,0 | 39,9 | 126,9 |

Средне цикловая урожайность пастбищной зелени на втором году (2012) пользования травостоя составляла у черноголовника 61,8 ц/га и эспарцета – 69,2 ц/га; разница в пользу последнего 7,4 ц/га (при $НСР_{0,05}$ = 9,41 ц/га); на третьем году (2013) урожайность в целом по опыту была выше на 11,5 ц/га (77,0 – 65,5) при точности определения 5,02%; в пределах вариантов – 72,0 ц/га (черноголовник) – 82,0 ц/га (эспарцет); на четвертом году (2014) – разница урожайности черноголовника и эспарцета немного сократилась (Табл. 3).

**Таблица 3**. *Пастбищная продуктивность черноголовника многобрачного в среднем за 2012-2014 гг., ц/га*

| **Травы** | **2012** | | **2013** | | **2014** | | **Ср.** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **факт.** | **% от *St*** | **факт.** | **% от *St*** | **факт.** | **% от *St*** | **факт.** | **% от *St*** |
| Черноголовник | 61,8 | 89,3 | 72,0 | 87,8 | 72,5 | 90,1 | 68,8 | 89,1 |
| Эспарцет | 69,2 | *St* | 82,0 | *St* | 80,5 | *St* | 77,2 | *St* |
| *n* | 4 | | 4 | | 4 | | | |
| $\bar{x} \pm S_x$ | 65,5 ± 2,09 | | 77,0 ± 3,86 | | 76,5 ± 3,74 | | | |
| $НСР_{0,05}$ | 9,41 | | 17,37 | | 16,77 | | | |
| $V$, % | 10,03 | | 10,69 | | 9,78 | | | |
| $D_{yx}$, % | 37 | | 42 | | 41 | | | |
| $S_x$, % | 3,19 | | 5,02 | | 4,89 | | | |

Преимущество эспарцета по средне-опытным данным в 8,4 ц/га (77,2 – 68,8) не может восприниматься статистически доказанной, так как по результатам дисперсионных анализов нулевая гипотеза сохранила свой априорный вердикт, т. е. $H_0 : d = 0$ при полученных $НСР_{0,05}$ (Табл. 3).

## ВЫВОДЫ

1. Перенос черноголовника многобрачного на расстояние в 750 км (из Крыма в юго-западную часть Лесостепи Украины) не изменило продолжительности жизни растений – 10-12 лет и лишь продлило период ежегодной вегетации на 10-15 дней.

2. В Крыму черноголовник начинает цвести в конце мая, семена созревают в середине июня, вегетационный период составляет – 80-90 дней. В среднем Приднестровье растение зацветает в конце июня, а плоды созревают в середине июля; период вегетации растений составлял 104 дней, из которых 59,6% приходилось на «возобновление вегетации – образование соцветий», 10,6% – «образование соцветий – цветение» и 29,8% – «цветение – созревание плодов».

3. Преимущество в пастбищной продуктивности эспарцета над черноголовником в юго-западном регионе Лесостепи Украины имеет тенденциозный (статистически недостоверный) характер.

4. Наиболее приоритетной особенностью черноголовника в сравнении со многими другими пастбище-пригодными культурами, в том числе и эспарцета, является то, что масса корней черноголовника превышает надземную в 1,78 раза, в то время, как у эспарцета в 1,48 раза. Такое преимущество на 20 с лишним процентов особенно важно для прибрежной зоны Приднестровья, именно там где, в основном, пасутся овцы и где почва недостаточно защищена от эрозии.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АЛЕНИН, П.Г. (2011). Лядвенец рогатый и черноголовник многобрачный – перспективные кормовые культуры. В: Кормопроизводство, № 5, с. 21-23. ISSN 0235-254.

2. БЕРКАЕВА, Э.А. (2008). Черноголовник многобрачный в кормовом севообороте. В: Земледелие, № 4, с. 37. ISSN 0044-3913.

3. ГРИЦЕНКО, В.С. (1986). Продуктивность черноголовника в чистых посевах и в смесях с бобовыми и злаковыми травами на Южном карбонатном черноземе Крымской области: дис. канд. с.-х наук: 06.01.09 (кормовые культуры). Каменец-Подольский. 144 с.

4. ЕСЬКИН, В.Н. (2009). Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. докт. с.-х. наук. Пенза. 49 с.

5. КШНИКАТКИНА, А.Н., АЛЕНИН, П.Г. (2010). Интродукция черноголовника многобрачного в лесостепи Среднего Поволжья. В: Кормопроизводство, № 4, с. 32-35. ISSN 0235-254.

6. МЕДВЕДЕВ, П.Ф. (1973). Интродукция черноголовника многобрачного в СССР. В: Материалы VI симпозиума по новым кормовым растениям. Саранск, т. 10, с. 303-305.

7. ПЕТРОВ, Д.И. (2008). Приёмы возделывания черноголовника многобрачного в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Пенза. 19 с.

8. РАХМЕТОВ, Д.Б., МИКОЛАЙЧУК, В.Г., РАХМЕТОВА, С.О. та ін. (2008). Методика проведення експертизи сортів чорноголовника багатошлюбного (*Poterium polygamum W. K.*) на відмінність, однорідність і стабільність [online]. Київ, 2008 [доступ 2 вересня 2015]. Доступ: http://sops.gov.ua/uploads/files/... /Metodiki/412.pdf

9. ТИМОФІЙШИН, І.І., ДЕРЕШ, О.М., ГОНЧАР, В.І. (2013). Особливості вівчарства Хмельниччини. У: Аграрний тиждень. Київ. № 5-6. Доступ: http://a7d.com.ua/tvarinnictvo/10509-osoblivost-vvcharstva-hmelnichchini.html

Data prezentării articolului: 22.09.2014
Data acceptării articolului: 15.12.2014

CZU 635.646:631.82

# THE USE OF BLACK SEA SAPROPELS AS AMENDMENT FOR GROWING EGGPLANTS (*SOLANUM MELONGENA L.)*

***Kostadin KOSTADINOV,***
*Agricultural University - Plovdiv, Bulgaria*

**Rezumat:** În timpul perioadei 2012-2013 a fost efectuat un studiu cu privire la efectul utilizării sedimentelor organice-minerale de adâncimi mari (sapropelul) din Marea Neagră ca amendament pentru substratul sol aluvionar de luncă-gunoi de grajd utilizat la producerea răsadului de vinete cv. Patladjan 12. Rezultatele obţinute după doi ani de experimente de teren au arătat că introducerea a 30 g/kg de sapropel din Marea Neagră măreşte pH-ul substratului de sol-gunoi de grajd de la 7,42 la 7,74 unităţi şi îmbunătăţeşte parametrii de creştere a răsadului de vinete precum urmează: înălţimea tijei centrale cu 9,20%, lăţimea tijei centrale cu 0,98%, iar numărul de frunze cu 8,15%. Potrivit experimentului de teren, randamentul standard timpuriu de vinete (fructe) a crescut cu 14% în cazul plantelor cultivate în varianta I, iar randamentul standard total – cu 10,6%, comparativ cu varianta martor.

**Cuvinte-cheie:** *Solanum melongena;* Amendament de sol; Îngrăşământ organic-mineral; Creştere; Productivitate.

**Abstract:** During the period 2012-2013, a study was made on the effect of using deep-water organic-mineral sediments (sapropels) of the Black Sea as amendment for alluvial meadow soil (*Calcaric Fluvisol*) – manure substrate used for seedlings production of eggplant cv. Patladjan 12. The results obtained after two years of field experiments showed that the introduction of 30 g/kg of Black Sea sapropels increases the pH of soil-manure substrate from 7.42 to 7.74 units and improves the growing parameters of eggplant seedlings as follows: the height of the central stem by 9.20%, the width of the central stem by 0.98% and the number of leaves by 8.15%. According to the field experiment, the early standard yield of eggplant fruits increased by 14% for the plants grown in Variant I and the total standard yield - by 10.6% compared with the control variant.

**Key words**: *Solanum melongena;* Soil amendment; Organic-mineral fertilizer; Growth; Crop yield.

## INTRODUCTION

The eggplant (*Solanum melongena L.)* is a traditional vegetable crop in Bulgaria and other European countries. Eggplant fruits have an excellent taste and nutritional value due to the content of sugars, starch, proteins, ascorbic acid etc. Prepared in different ways, it is consumed widely and it is one of the favorite vegetables not only in Bulgaria, but also abroad. The average yield of this crop is relatively low, despite its large biological potential. For our country it is 2716 kg/da, while the worldwide average yield is about 1670.36 kg/da. The reasons are due mainly to the agro-climatic, economic and organizational conditions. In many cases, lower yields and their variations are the result of violations of applied technology (Kostadinov, K. 2007.)

Seedlings production, according to Kr. Michov et al. (2001), represents an important stage of the vegetable crop vegetation, which influences the quality and yield of the plant production. Substrate composition is also essential for the production of high qualitative seedlings along with the mineral nutrition, both leading to higher yields of crop production. According to St. Gorbanov et al. (2005), soils and substrates have to be periodically enriched with organic-mineral fertilizers. The presence of organic matter represents a favourable condition for a better assimilation of the nitrogen by plants. The most commonly used substrates are peat-moss and perlite enriched with manure. According to D. Cholakov et al. (2003) the substrate composition strongly influences the biological potential of plants. Enriching the peat-perlite-manure substrate with Black sea sapropels, at an amount of 30 g/kg, increases the biometric parameters of tomato seedlings cv. Rila $F_1$ and the total yield of plant production by 9.3%. On the other hand, sapropels increase the content of dry matter, which made the tomato plants more resistant to low temperature at the beginning of vegetation in glasshouse conditions.

Black sea sapropels represent a unique natural phenomenon. The initial idea of their implementation in agriculture, according to T.S. Bmins (1994), was connected with the use of lake and marsh sapropels. An important reason for their investigation, according to D. Dimitrov et al. (2000), lays in the favourable organic-mineral composition of sapropels. G. Georgiev (2005) has established that sapropels possess pesticide properties and stimulate the growth of some vegetable crops, most probably due to the content of some trace elements in the form of humic acid salts. According to V. Koteva et al. (1993)

the long standing mineral fertilizing has a negative influence on the soil reaction and the content of humus in some soil types. According to S. Todorova et al. (2012), natural reserves of mobile forms of nitrogen and especially phosphorus from the soil are not sufficient for the normal growth and development of plants. It is necessary to use organic and mineral fertilizers, but the rates must be based on these natural reserves of soil nutrients. In this way, it will be avoided the excessive use of fertilizers (especially nitrogen fertilizers), it will be minimized the negative environmental effect and somewhat, it will be reduced the cost of production. N. Nikolov (2014), for example, has used marine sapropels to neutralize the acidity of different types of acidic soils to neutral and low alkaline. Such soils are favourable for growing certain crops, sensitive to acidic soil reaction, such as legumes, alfalfa, carrots etc.

The aim of the present work was to study the effect of Black sea sapropels on the growing parameters of eggplant seedlings cv."Patladjan 12" and to establish their influence on the early and general standard yield of eggplant fruits grown in field conditions.

## MATERIAL AND METHODS

**1. Seedlings production**

The investigation was carried out in the experimental field of Plovdiv Agricultural University in the period 2012-2013. Air dried sapropels, screened by sieve 1 mm at an amount of 30 g/kg (Variant I), were added to the soil-manure substrate and regularly irrigated. The type of soil used in the experiment was alluvial-meadow soil (*Calcaric Fluvisol*). The correlation soil-manure was 2:1. After the incubation period of a month, on the 15th of April, the plants of the vegetable crop eggplant cv. Patladgan 12, growing in styrofoam tables in phase crossing, were planted in plastic plant pots with the diameter 100 mm and in the amount of soil-manure substrate of 0.5 kg. As a control variant, there have been used eggplants in pots with soil-manure substrate without the addition of sapropels. All the necessary agro-technical activities – irrigation and weeding – have been made in time including the fertilization with ammonium nitrate at a dose of 1 g per plant once a week after the planting in pots.

**2. Composition of Sapropels**

The samples of marine sapropels were taken from a depth of 1200 m, thanks to a scientific expedition of specialists from the Institute of Oceanology, BAS, Varna, using the research vessel "Akademic". According to Nikolov et al. (2014), marine sapropels possess the following chemical composition: $SiO_2$ - 397.6 g/kg, $Ń_{total}$ (organic matter and carbonates) – 199.7 g/kg, CaO - 154.6 g/kg, MgO - 26.8 g/kg, $Na_2O$ - 21.3 g/kg, $E_2Î$ - 18.3 g/kg, $TiO_2$ - 7.0 g/kg, $P_2O_5$ - 1.32 g/kg, $Ŕ1_2Î_3$ - 116.9 g/kg, FeO - 45.7g/kg, MnO - 0.4g/kg, Cr - 50.0 g/t, Ěî - 36.40 g/t, Zn - 65.82 g/t, Mn - 383.42 g/t, Cu 36.63 g/t, Ni - 49.75 g/t. The organic matter calculated as total humus content amounted to 68.5 g/kg.

**2. Determination of pH**

The pH values in water medium (distilled water) of the tested soil-manure substrate, used as a control variant and those of the soil-manure substrate with sapropels were determined using a pH meter, Model OP-211 /1 (ISO 10390).

**3. Biometric analysis.**

The biometric analysis of the vegetable crop eggplant cv."Patladjan 12" was made using a standard method (Dimova et al, 2005). The analysis included the following biometric parameters: the height of the central stem (cm), the width of the central stem (mm) and the number of leaves. The study was made when the plants reached the fifth – sixth leave phase, immediately before planting the eggplants in a permanent place.

**4. Field experiment**

The eggplants were grown according to the technology of medium-early field production and the following variants were tested: 1. Variant I – seedlings, grown in a substrate where 30 g/kg of sapropels have been added; 2. Control variant - plants grown in manure-soil mixture without sapropels. Total area of the experimental plot was of 16 $m^2$ and the calculated one – 12.8 $m^2$. The type of used soil was Alluvial meadow soil (*Calcaric Fluvisol*). The experiment was settled in the experimental field of Plovdiv Agricultural University in the period 2012-2013 using the block method in four replications. Each of them was over 7 eggplant plants. The planting was done on the 15th of May. During the vegetation period, the necessary agricultural activities – irrigation, weeding and fertilizing – have been made in time. The first fertilization with ammonium nitrate was done on the 8th of June, at a rate of 18

kg/da of fertilizer per plant, and the second – on the 28th of June, using potassium nitrate at a rate of 18 kg/da. It was recorded the productivity of plants and namely: early yield, including the first three harvests (kg/da) and total yield, including all seven harvests (kg/da) for the two investigated years.

**5. Statistical data processing**

The processing of statistical data concerning the biometric parameters of seedlings, as well as at the early and the total yield of eggplant production was made using the method of analysis of variance (ANOVA).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

During these 2 years of investigations there was no significant difference between the pH values of the tested soil-manure substrate (Control) and Variant I - soil-manure substrate where 30 g/kg of sapropels have been added. The used control soil-manure substrate was weak alkaline - pH 7.40, most probably due to the presence of manure. As for the Variant I, after a month of incubation period (May-June), the addition of sapropels lead to the increase of pH with 0.11 units - 7.55 and to the end of the vegetation period, in October, pH reached the value of 7.74. These values are in the acceptable limits of favourable soil reaction used for eggplant growing. The introduction of higher amounts of sapropels is associated with the inhibition of seedlings growth, because of higher pH levels. Cholakov et al. (2003) have established that the introduction of sapropels at an amount of 50 g/kg and more deteriorates the mineral nutrition of tomato seedlings, because pH changes – pH 8.0-8.2. At these values, some micronutrients as Fe and Mn pass into insoluble forms and can't be assimilated by the plants. The experimental data obtained for pH values show that the influence of sapropels on the soil-manure substrate possessing weak alkaline reaction is significantly less pronounced (Fig.1). More pronounced, according to Nikolov (2014), is the neutralizing ability of marine sapropels on highly acidic soils, such as Distric Cambisol and Planosol, because of the activation of exchange bases in sapropels composition.

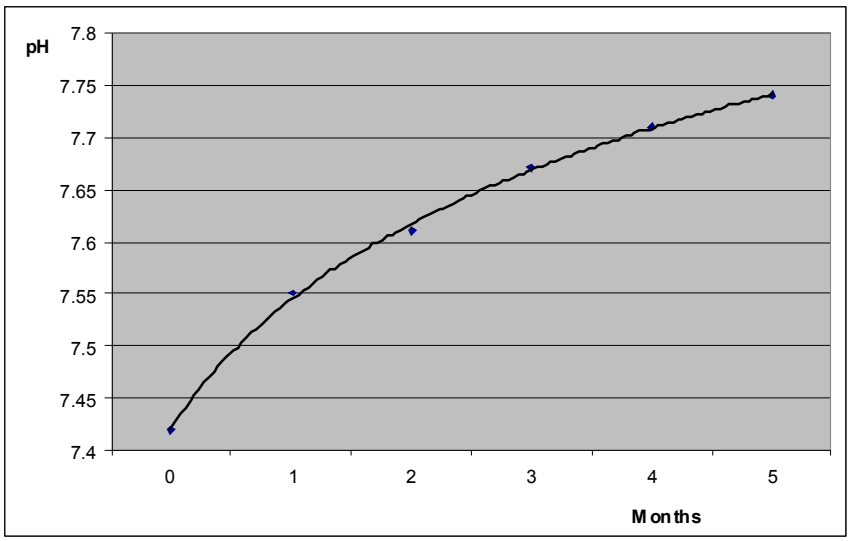



***Fig.1**. pH values of soil-manure mixture with sapropel addition, during the vegetation period.*

During the first investigated year, it was made the analysis of the following biometric parameters of eggplant plants cv."Patladjan 12": the height of the central stem (cm), the width of the central stem (mm) and the number of leaves. The data obtained from biometric analyses of 10 tested eggplant seedlings show that in Variant I, containing 30 g/kg of sapropels, the central stem of the eggplant was higher by 9.20% in comparison to the average value obtained from the control plants.

The width of the central stem of eggplants tested in Variant I was by 0.98% greater in comparison to the one of the control seedlings. The number of leaves was with 8.15% higher compared to the control plants**.** The statistical difference between the control and the studied variant was demonstrated in terms of the number of leaves (Tab. 1).

The experimental data show that seedlings produced in soil-manure-sapropels mixture have a higher

**Table 1.** *Biometric parameters of eggplant plants cv. "Patladjan 12"*

| № | Variants | Height of the central stem /cm/ | Width of the central stem /mm/ | Number of leaves |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **1. Control** | 14.12 | 4.70 | 5.30 |
| 2 | **2. Variant I** | 15.36 | 4.77 | 6.50 |
| 3 | **Difference, %** | **9.20** | **0.98** | **8.15** |
| 4 | **GD 5%** | 1.98 | 2.54 | 1.01 |
| 5 | **GD 1%** | 2.86 | 3.69 | 1.46 |
| 6 | **GD 0.1%** | 4.30 | 5.53 | 2.20 |

biological potential, which is reflected positively in the early and total yield of eggplant plants grown in field conditions. The average value of the early standard yield of the Variant I for the both investigated years was by 14.0% higher in comparison to the control variant. Total standard yield of Variant I was respectively by 10.8% higher compared to the Control variant (Tab. 2). The statistical difference between the control and the studied variant was proven.

**Table 2.** *The yield of eggplant fruits cv. "Patladjan 12"*

| Variant | Early yield | | | | | Total yield | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2012 | 2013 | Average 2012-2013 | | | 2012 | 2013 | Average 2012-2013 | |
| | | | kg/da | % to control | % to total yield | | | kg/da | % to control |
| **1. Control** | 1820 | 1740 | 1780 | 100 | 39.4 | 4438 | 4588 | 4513 | 100 |
| **2. Variant I** | 2103 | 1953 | 2028 | 114 | 40.6 | 4980 | 5004 | 4992 | 110.6 |
| **GD 5%** | 15.68 | 16.6 | | | | 19.16 | 13.94 | | |
| **GD 1%** | 22.7 | 24.04 | | | | 27.75 | 20.19 | | |
| **GD 0.1%** | 34.06 | 36.07 | | | | 41.62 | 30.29 | | |

## CONCLUSIONS

The effect of introduction of Black sea sapropels was studied on the seedlings production of vegetable crop eggplant cv. Patladjan 12. It has been established their influence on the growing parameters, such as the height and the width of the central stem, and number of leaves, as well as on the standard yield of eggplant production grown in field conditions. Being incubated in an amount of 30 g/kg, the sapropels stimulate the growth of the stem, as well as the formation of leaves. Also, the content of microelements and the organic matter in sapropels composition have a dominating impact on the growth parameters of the tested plants. The experimental data obtained during these 2 years of investigations show that the early standard yield of eggplants in Variant I increased by 14% and the total standard yield increased by 10.6%, compared to Control variant (Tab. 2).

The obtained results show that sapropels could be successfully used as a complex organic-mineral fertilizer for the substrates used for seedlings production.

## REFERENCES

1. BMINS, Ň.S. (1994). The Black Sea sapropelle slim. Composition, geneses and perspectives of its using. Dissertation. OMGOR. CNPM. NANU. Ukraine, p. 258. (Ru)

2. CHOLAKOV, D., NIKOLOV, N. (2003). Improve results by growing of tomatoes in unheated greenhouses, using marine sapropels. Intern. Sc. Conference. "50 Years Forestry Inst.", Sofia, Collection reports, 2003, pp. 277-281. (Bg).

3. DIMITROV, P., NIKOLOV, N., SIMEONOVA, N., KAMBUROVA, M., MOSKOVA, Cv., ZAPRYANOVA, P., DIMITROV, D., SOLAKOV, D. Amendment for soils and substrates. BG Patent ą 63868. 2000, p.3

4. DIMOVA, D., MARINKOV, E. (2005). Experimental action with biometry. Acad. Publ., Plovdiv Agric. University, 263 p. (Bg).

5. GEORGIEV, G. (2005). Biological products with grow regulating and pesticide properties. In: Sofia News, Bulletin BAS. № 9825, vol. III, pp. 1-2. (Bg).

6. GORBANOV, St. STANCHEV, L., MATEV, Y., TOMOV, T., RACHOVSKI, G. (2005). Agricultural chemistry. In: Publ. Dionis. Sofia, pp. 15-18. (Bg)

7. KOSTADINOV, K. (2007). Influence of foliar spraying on the yield of eggplant. In: Scientific researches of the Union of Scientists in Bulgaria-Plovdiv. Series C. Technics and Tehnologies, vol. VI., International Conference of Yang Scientists, 14-16 June 2007, pp. 207-211. ISSN 1311-9419

8. KOTEVA, V., ARTINOVA, N. (1993). An influence of long standing mineral fertilizing on the content of humus in cambisol in South-East Bulgarian. In: Sofia, Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 28 pp. 132-136. (Bg).

9. MICHOV, KR., PANAYOTOV, N., FILIPOV, ST., BABRIKOV, T. (2001). Manual for vegetable and seed production. Plovdiv: Acad. Publ. Agr. Univ. pp. 22-28 (Bg).

10. NIKOLOV, N. (2014). Application of Deep Water Black Sea Sediments (Sapropels) for Neutralization of Soil Acidity at Different Types of Acidic Soils. In: Journal of International Scientific Publications. Ecology & Safety. Vol. 8, nr. 4, pp. 454-460. ISSN 1314-7234

11. TODOROVA, S., SIMEONOVA, N., TRENDAFILOV, K., VALCHEVA, V. (2012). Change of available forms of nitrogen and phosphorus in alluvial-meadow soil, after long-term fertilization. In: Agricultural Science and Technology, vol. 4, nr. 4, pp. 388-391.

Data prezentării articolului: 05.05.2015
Data acceptării articolului: 07.07.2015

CZU 635.656 : 631.81 (477.7)

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ГОРОХА (*PISUM SATIVUM L.*) В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

***В.В. КАЛИТКА, М.В. КАПИНОС***
*Таврический государственный агротехнологический университет*

**Abstract.** In the course of the study (2012-2014) there was revealed the effect of the microbial preparation (Rizobofit) and plant growth regulators (Gumaksid and AKM) on the symbiotic nitrogen fixation, photosynthetic activity and grain productivity in garden pea. Experiments were conducted six times in accordance with the methodology and techniques provided for laboratory and field studies. We used common methodologies to determine leaf area, photosynthetic potential, dry mass, net photosynthetic productivity, the number of active tubers, yield indices and nitrogen content. The results show that the use of the biological product in combination with plant growth regulators to treat seeds and vegetative pea plants stimulates the photosynthetic activity, increases net photosynthetic productivity, provides grain yield increase of 0.87 - 1.79 t/ha with the biological yield in the control group of 2.45 t/ha, increases protein yield from 1 hectare by 1.6 - 2.2 times compared to the control group through the enhanced symbiotic nitrogen fixation and biological nitrogen assimilation.

**Key words:** *Pisum sativum*; Biopreparations; Growth regulators; Symbiotic nitrogen fixation; Photosynthetic activity; Crop yield.

**Реферат.** В ходе проведенных исследований (2012-2014 гг.) было изучено влияние микробного препарата (Ризобофит) и регуляторов роста растений (Гумаксид и АКМ) на симбиотическую азотфиксацию, фотосинтетическую деятельность и зерновую продуктивность гороха посевного. Опыты закладывали в шестикратной повторности в соответствии с методикой и техникой постановки лабораторно - полевых опытов. Площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, массу сухого вещества растений, чистую продуктивность фотосинтеза, количество активных клубеньков, показатели урожайности, содержание азота определяли по общепринятым методикам. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование биопрепарата в комплексе с регуляторами роста растений для обработки семян и вегетирующих растений гороха стимулирует фотосинтетическую деятельность, увеличивает чистую продуктивность фотосинтеза, обеспечивает прирост зерновой продуктивности на 0,87 – 1,79 т/га при биологической урожайности в контроле 2,45 т/га, увеличивает выход белка с 1 га в 1,6 – 2,2 раза по сравнению с контролем за счет активизации симбиотической азотфиксации и усвоения биологического азота.

**Ключевые слова:** *Pisum sativum;* Биопрепараты; Регуляторы роста; Симбиотическая азотфиксация; Фотосинтетическая деятельность; Урожайность.

## ВВЕДЕНИЕ

Бобовые культуры характеризуются большим биологическим выносом азота, и при недостатке этого элемента питания снижается и урожайность, и белковая продуктивность (Дозоров, А.В., Костин, О.В. 2003). В связи с высокой энергоемкостью, дороговизной и экологической опасностью применения больших доз азотных удобрений возрастает значение биологической фиксации азота воздуха. Поэтому важнейшим технологическим приёмом при выращивании бобовых культур является инокуляция семян активными штаммами ризобий и создание оптимальных условий для эффективного симбиоза (Дозоров, А.В., Костин, О.В. 2003; Гриник, І.В., Патика, В.П., Шкатула, Ю.М. 2011).

Создание благоприятных условий для симбиотической азотфиксации возможно путем регуляции метаболизма клубеньковых бактерий и воздействия на бобоворизобиальный симбиоз регуляторами роста и развития растений (РРР) (Дидович, С.В., Каменева, И.А. и др. 2004; Грицаєнко, З.М., Пономаренко, С.П. и др. 2008).

Поэтому целью наших исследований было изучение влияния микробного препарата (Ризобофит) и регуляторов роста растений (Гумаксид и АКМ) на симбиотическую азотфиксацию, фотосинтетическую деятельность и зерновую продуктивность гороха.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на опытном поле НИИ агротехнологий и экологии Таврического государственного агротехнологического университета в течение 2012 – 2014 г.г. В опытах

использовали семена гороха посевного (*Pisum sativum L.)* сорта Глянс. Почва опытного участка представлена черноземом южным среднесуглинистым с содержанием гумуса (по Тюрину) – 2,8%, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 72 мг/кг, подвижного фосфора (по Чирикову) – 138 мг/кг и обменного калия (по Чирикову) – 180 мг/кг. Обеспеченность почвы основными элементами питания, кроме азота, соответствует агробиологическим требованиям гороха.

Метеорологические условия вегетационных периодов характеризовались недостаточным количеством осадков (2012 г. – 110 мм, 2013 г. – 99 мм, 2014 г. – 216,2 мм) и неравномерным их распределением по фазам развития растений.

В исследованиях были использованы микробный препарат Ризобофит (Rhizobium, штамм 261-Б, титр 5-6 млрд./мл) и регуляторы роста растений Гумаксид и АКМ (Патент України № 83091; Патент України № 8501). Опыты закладывали в шестикратной повторности с учетной площадью 10 м$^2$ в соответствии с методикой и техникой постановки лабораторно- полевых опытов (Єщенко, В.О., Копитко, П.Г. и др. 2005).

Семена обрабатывали рабочими растворами препаратов согласно схеме, представленной в таблице 1, из расчета 20 л рабочего раствора на 1 т семян. Семена высевали в третьей декаде марта. Норма высева 116 всхожих семян на м$^2$. В фазу 2-3 прилистников нормировали густоту стояния растений (95 шт/м$^2$).

Опрыскивание растений проводили дважды, в фазу формирования 2-3 прилистников и 5-6 прилистников из расчета 300 л/га.

**Таблица 1.** *Схема опыта*

| Вариант | Препарат, норма расхода | |
|---|---|---|
| | Обработка семян, л/т | Обработка растений, л/га |
| 1 (к) | Вода | Вода |
| 2 | Ризобофит, 0,5 | Вода |
| 3 | Гумаксид, 0,3 +Ризобофит, 0,5 | Гумаксид, 0,6 |
| 4 | АКМ, 0,3+Ризобофит, 0,5 | АКМ, 0,5 |

Площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал (ФСП), массу сухого вещества растений, чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), количество активных клубеньков, показатели урожайности, содержание азота определяли по общепринятым методикам (Єщенко, В.О., Копитко, П.Г. и др. 2005; ДСТУ 4138-2002; Грицаєнко, З.М., Грицаєнко, А.О., Карпенко, В.П. 2003).

Дисперсионный и корреляционный анализы проводили по методике Б.А. Доспехова и программе «Statistika-6» (Доспехов, Б.А. 1985).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Инокуляция семян гороха Ризобофитом отдельно или в комплексе с регуляторами роста (Гумаксид и АКМ) перед посевом неоднозначно влияет на формирование бобово-ризобиального симбиоза. На начальных стадиях вегетации наибольшее количество клубеньков образуется у растений контрольного варианта, а наименьшее – при инокуляции семян бактериальной суспензией штамма 261 – Б (Рис. 1). По-видимому, эффективность спонтанных штаммов ризобий почвы оказалась выше по сравнению с заводским штаммом или их численность была больше. В литературе встречаются данные, что инокуляция семян гороха эффективным штаммом ризобий в 50% случаев не оказывает влияния на активность симбиоза (Доросинский, Л.М. 1970).

Существенного влияния на формирование бобово- ризобиального симбиоза не установлено и при обработке семян Ризобофитом совместно с Гумаксидом и АКМ (Рис.1).

Двукратное опрыскивание растений гороха растворами регуляторов роста в вегетативный период оказывает существенное влияние на эффективность бобово-ризобиального симбиоза. Максимальное количество клубеньков образуется в фазу бутонизации при использовании Ризобофита с Гумаксидом и в фазу налива семян – при использовании Ризобофита с АКМ (Рис. 1.). При этом в репродуктивный период развития гороха количество клубеньков на обработанном растении на 16-59% больше по сравнению с контролем. Стимулирующий эффект регуляторов роста объясняется тем, что они оказывают сильное антистрессовое действие и повышают устойчивость растений к недостатку влаги.

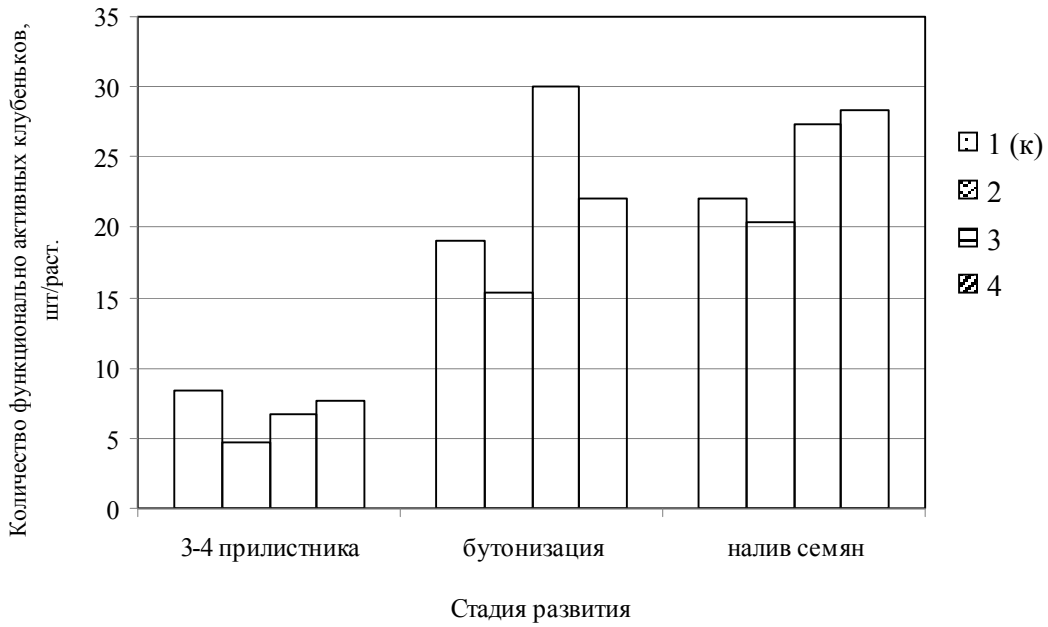



**Рисунок 1.** *Влияние микробных и ростостимулирующих препаратов на количество функционально активных клубеньков, шт/раст., n=10*

Кроме этого, фенольные соединения указанных регуляторов роста могут участвовать в активизации геномной системы ризобий и в контролировании количества инокулированных бактерий, что отмечено в работах Л.Е. Макаровой (2012).

В целом доля влияния фактора обработки семян и растений указанными препаратами на количество функционально активных клубеньков в вегетативный период составляет 73%. В репродуктивный период при обработке растений РРР доля влияния этого фактора на бобово-ризобиальный симбиоз снижается до 54-70%.

Эффективность симбиоза ризобий с растениями гороха влияет на биохимический состав урожая. Чем более мощным был симбиотический аппарат, тем выше содержание азота в органах растений. Между содержанием азота в вегетативных органах и количеством клубеньков установлена тесная корреляционная связь (r = 0,926). В вегетативной массе гороха под влиянием регуляторов роста содержание азота в фазу полной спелости было на 57,9% больше по сравнению с необработанными растениями (Табл. 2). В семенах гороха содержание азота было выше на 14,5-28,9%. Существенные различия между изучаемыми регуляторами роста проявлялись только в отношении семян. При этом накоплению азота в семенах наиболее способствовал регулятор роста АКМ.

**Таблица 2.** *Содержание азота в органах гороха в зависимости от инокуляции активным штаммом ризобий и действия регуляторов роста, n=10*

| Вариант | Содержание азота, мг/г | |
|---|---|---|
| | в вегетативных органах | в семенах |
| 1 (к) | 12,1±0,2 | 33,9±0,2 |
| 2 | 13,4±0,1 | 33,2± 02 |
| 3 | 19,1±0,2* | 38,8±0,3* |
| 4 | 19,1±0,3* | 43,7±0,3* |

* достоверность различия по сравнению с контролем Pd≤0,05

Эффективный симбиоз клубеньковых бактерий с растением устанавливается в том случае, когда клубеньки получают достаточное количество продуктов фотосинтеза. Поэтому в наших опытах было изучено влияние активных штаммов ризобий и регуляторов роста на показатели фотосинтетической деятельности растений гороха: площадь листьев, фотосинтетический потенциал (ФСП), чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ).

Инокуляция семян Ризобофитом отдельно или в комплексе с регуляторами роста положительно влияет на формирование листовой поверхности, увеличивая её у бактеризованных растений (стадия 2-3 прилистников) на 22-25% по сравнению с необработанными (Табл. 3). Более существенное влияние на площадь прилистников оказывает опрыскивание растений растворами регуляторов роста. Однократное опрыскивание раствором Гумаксида и АКМ способствует увеличению листовой поверхности (стадия 3-4 прилистников) на 39 и 30% соответственно. Эффективность второго опрыскивания снижается до 18 и 14%, по-видимому, вследствие значительного недостатка влаги в этот период. Доля влияния фактора обработки семян и растений гороха Ризобофитом и регуляторами роста на формирование площади прилистников не превышает 65%.

**Таблица 3.** *Динамика площади прилистников и фотосинтетический потенциал гороха в онтогенезе в зависимости от действия микробных и ростостимулирующих препаратов, n=10*

| Показатель | Стадия развития | Вариант | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 (к) | 2 | 3 | 3 |
| Площадь прилистников, $см^2$/раст. | 2-3 прилистника | 25,8 ±0,3 | 32,3±3,2* | 32,1±1,4* | 31,5±1,7* |
| | 3-4 прилистника | 55,5±3,7 | 50,1±1,0 | 77,4±11,9 | 72,4±1,7* |
| | Бутонизация | 152,6±12,4 | 157,4±22,4 | 180,6±9,2* | 173,7±16,3 |
| | Налив семян | 136,5±19,5 | 180,7±4,6* | 192,1±14,1* | 125,3±12,3 |
| ФСП, тис.$м^2$.сут./га | Бутонизация | 463,8 | 487,3 | 549,0 | 528,0 |
| | Налив семян | 584,4 | 721,0 | 766,5 | 499,9 |

* достоверность различия по сравнению с контролем Pd≤0,05

Проведённые исследования показали наличие у Гумаксида наиболее пролонгированного ростостимулирующего действия. Поэтому растения, обработанные Гумаксидом, сформировали наибольший ФСП, который превышал ФСП необработанных растений в 1,3 раза.

Интенсивность проявления фотосинтетического потенциала посева характеризует показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Данный показатель изменяется в течение вегетационного периода, и эти изменения определяются характером обработки семян и растений. Если рассматривать динамику показателя по периодам органогенеза, то можно отметить, что максимального значения он достигал в фазу налива семян во всех вариантах опыта (Рис. 2).

Инокуляция семян Ризобофитом (вариант 2) повышала ЧПФ на 12,7% по сравнению с небактеризованными растениями контрольного варианта. Совместное применение Ризобофита с регуляторами роста (варианты 3 и 4) оказалось более эффективным, и ЧПФ увеличивалась на 44-48%. Это объясняется дополнительным положительным эффектом первого опрыскивания растений названных вариантов растворами Гумаксида и АКМ. Доля влияния исследуемого фактора на ЧПФ в вегетативный период составляла 71%.

В репродуктивный период развития инокуляция семян активным штаммом не стимулирует фотосинтетическую деятельность растений, и ЧПФ имела тенденцию к снижению, что негативно повлияло на зерновую продуктивность гороха. Применение совместно с Ризобофитом регуляторов роста обеспечивает увеличение ЧПФ на 25-47% в фазу бутонизации, тогда как в фазу налива семян эффект обработки нивелируется, и ЧПФ в этот период ниже, чем в контроле. Доля влияния исследованного фактора в эти периоды не превышала 51%.

В целом в течение всего периода вегетации существенное влияние на фотосинтетическую деятельность посевов гороха имеет только регулятор роста АКМ.

Интегральным показателем эффективности обработки семян и вегетирующих растений активными штаммами ризобий и регуляторами роста является зерновая продуктивность гороха. Инокуляция семян активным штаммом ризобий не влияет на биологическую урожайность гороха и его белковую продуктивность. При обработке семян и вегетирующих растений Ризобофитом совместно с регуляторами роста получена достоверная прибавка урожая, которая составила 0,87 т/га в случае применения Ризобофита с Гумаксидом и 1,79 т/га – в случае применения Ризобофита с АКМ (Табл. 4). Представленные в таблице 4 результаты свидетельствуют, что

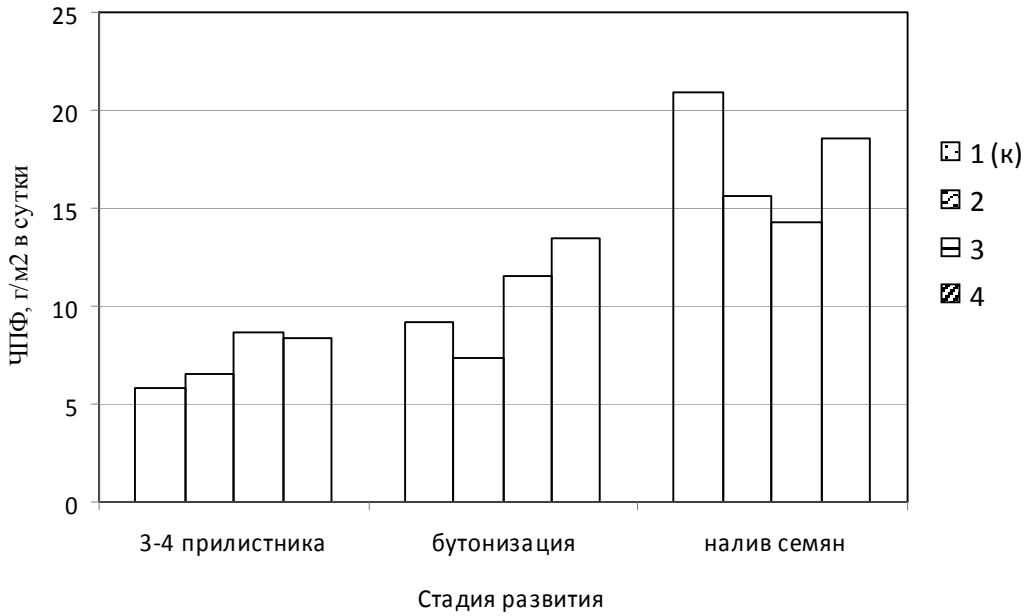



**Рисунок 2.** *Влияние Ризобофита и РРР на чистую продуктивность фотосинтеза растений гороха, n=10*

прибавка урожая зерна при применении Ризобофита с Гумаксидом получена благодаря достоверному увеличению количества семян в бобе (на 27%) и массы 1000 семян (на 5%), тогда как совместное применение Ризобофита и АКМ наиболее существенно увеличивает количество бобов на растении (на 29%) и количество семян в бобе (на 23%) при достоверном увеличении массы 1000 семян (на 9%).

Интенсификация процессов усвоения азота растениями гороха при применении Ризобофита совместно с регуляторами роста способствует накоплению белковых веществ в семенах, о чем свидетельствует увеличение содержания белка на 3,2-6,3% (абс.) по сравнению с контролем (Табл. 4). Поэтому выход белка при выращивании гороха с применением Ризобофита совместно с Гумаксидом и АКМ увеличивался относительно контроля в 1,6-2,2 раза.

**Таблица 4.** *Урожайность и качество зерна гороха при использовании в технологии выращивания микробных и ростостимулирующих препаратов, n=180*

| Показатель | Вариант | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1(к) | 2 | 3 | 4 |
| Количество бобов на одном растении, шт. | 3,42±0,09 | 2,95±0,15 | 3,48±0,17 | 4,22±0,24 |
| Количество семян в бобе, шт | 3,25±0,02 | 3,56±0,04 | 4,12±0,06 | 4,18±0,07 |
| Маса 1000 семян, г | 232,2±2,60 | 229,5±5,60 | 244,0±3,6 | 253,1±2,3 |
| Биологическая урожайность, т/га | 2,45±0,20 | 2,29±0,32 | 3,32±0,20 | 4,24±0,11 |
| Содержание белка в семенах, % | 21,1 | 20,8 | 24,3 | 27,4 |
| Выход белка, т/га | 0,52 | 0,50 | 0,81 | 1,16 |

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали высокую эффективность применения микробного препарата Ризобофит совместно с регуляторами роста Гумаксид и АКМ при выращивании гороха.

1. Применение биопрепарата Ризобофит в комплексе с РРР для обработки семян и вегетирующих растений активизирует симбиотическую азотфиксацию и повышает усвоение биологического азота.

2. При использовании Ризобофита совместно с РРР увеличивается ассимилирующая поверхность листьев и фотосинтетический потенциал посева, повышается чистая продуктивность фотосинтеза.

3. Инокуляция семян Ризобофитом в комплексе с регуляторами роста и двукратное опрыскивание растений растворами регуляторов роста наиболее существенно влияет на

формирование таких элементов структуры урожая гороха, как количество бобов на растении и количество семян в бобе, что обеспечивает прирост зерновой продуктивности на 0,87 – 1,79 т/га при биологической урожайности в контроле 2,45 т/га.

4. Активизация симбиотической азотификсации под воздействием биопрепарата и регуляторов роста способствует повышению содержания азота в вегетативных органах и зерне, обеспечивает увеличение выхода белка с 1 га в 1,6 – 2,2 раза по сравнению с контролем.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГРИНИК, І.В., ПАТИКА, В.П., ШКАТУЛА, Ю.М. (2011). Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. В: Вісник Полтавського ДАА, № 4, с. 7-11.

2. ГРИЦАЄНКО, З.М., ГРИЦАЄНКО, А.О., КАРПЕНКО, В.П. (2003). Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава. 320 с.

3. ГРИЦАЄНКО, З.М., ПОНОМАРЕНКО, С.П. и др. (2008). Біологічно активні речовини в рослинництві: навч. посіб. Київ. 352 с.

4. ДИДОВИЧ, С.В., КАМЕНЕВА, И.А. и др. (2004). Интродукция клубеньковых бактерий в микробные ценозы почвы при выращивании новых видов бобовых растений на юге Украины. В: Бюл. Держ. Нікітського бот. саду, № 89, с. 38–41.

5. ДОЗОРОВ, А.В., КОСТИН, О.В. (2003). Оптимизация продукционного процесса гороха и сои в Лесостепи Поволжья. Ульяновск: ГСХА. 166 с.

6. ДОРОСИНСКИЙ, Л.М. (1970). Клубеньковые бактерии и нитрагин. Ленинград: Колос. 192 с.

7. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 5 изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат. 351 с.

8. ДСТУ 4138-2002. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Київ: Держстандарт України, 2003. 173 с.

9. ЄЩЕНКО, В.О., КОПИТКО, П.Г. и др. (2005). Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія. 288 с.

10. ЗАСЛАВСЬКИЙ, О.М., КАЛИТКА, В.В., МАЛАХОВА, Т.О. (). Антиоксидантна композиція «АОК-М» для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур: патент 8501 Украина. № 20041210460; заявл. 20.12.2014; опубл. 15.08.2015. Бюл. № 8. 3 с.

11. КАЛИТКА, В.В., КАПІНОС, М.В. (2013). Композиція для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур (“Гумаксид”): патент 83091 Україна. № 201302873; заявл. 07.03.2013.

12. МАКАРОВА, Л.Е. (2012). Физиологическое значение фенольных соединений при формировании бобово-ризобиального симбиоза на этапе преинфекции. В: Вісник Харківського НАУ. Серія Біологія, вип 2 (26), с. 25-40.

Data prezentării articolului: 08.12.2014
Data acceptării articolului: 12.05.2015

УДК 635.21:631.526.32:519.22(477)

# МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СРЕДНЕРАННЕЙ ГРУППЫ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ПРЕДМЕТ ИХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИОРИТЕТА

***В.С. СТРОЯНОВСКИЙ, И.П. РИХЛИВСКИЙ***
*Подольский государственный аграрно-технический університет*

**Abstract.** In Ukraine, potato cultivation has been reduced in the large farms and increased in the private sector represented by small farms. Therefore, the requirements for potato varieties have been changed. The most demanded ones are those that have excellent taste, are resistant to a monoculture, high-yielding and are more biologically suitable to local soil and climatic conditions. The purpose of our research is to identify the productivity of different potato varieties such as: Adrett (German selection), Karin (Czech selection), Space and Caesar (Dutch selection) and Bereginya (Ukrainian selection). The following research methods were used: general scientific – a hypothesis (developing a scheme of the experiment), induction – deduction (comparison and generalization), abstraction – specification (paying attention to the main factors), modeling (schemes and charts), formalization (mathematical presentation of processes and conclusions), abstraction (logical decisions), etc.; special – field experiments (studying the biology and agrotechnics of a crop) and laboratory experiments (biological studies of crops, chemical analyses, etc.). The mathematical and statistical evaluation of research results of the mid-early group of potato varieties in terms of their national priority has proven that the yielding potential of foreign selection varieties is practically at the same level as the Ukrainian ones, correspondingly (27.7 t/ha - 29.4 t/ha, the Bereginya variety).

**Key words:** *Solanum tuberosum;* Variety; Stand density; Tuberization; Crop yield.

**Реферат.** В последние годы в Украине сокращаются посадки картофеля в крупнотоварных хозяйствах и увеличиваются в индивидуальном секторе мелких землепользователей фермерского формата. Это изменило требования к сортам. Наиболее востребованными становятся высоковкусовые, устойчивые к монокультуре, высокоурожайные, биологически более соответствующие местным почвенно-климатическим условиям. Цель наших исследований заключалась в выявлении продуктивности разных сортов картофеля (Адрреты – немецкой селекции, Карин – чешской, Космос и Цезарь – голландской селекции, Берегиня – украинской). Методы исследований: общенаучные – гипотеза (разработка схемы опыта), индукция – дедукция (сравнение и обобщение), абстрагирование – конкретизация (обострение внимания на главных факторах), моделирование (схемы, графики), формализация (математическое изложение процессов и выводов), абстракция (логические решения) и др.; специальные – полевой (исследование биологии и агротехники культуры) и лабораторный (биологические исследования растений, химические анализы и т.п). Математико-статистическая оценка результатов исследований среднеранний группы сортов картофеля на предмет их национального приоритета, доказала, что урожайный потенциал сортов иностранной селекции практически одинакового уровня с украинским, соответственно (27,7 т/га, против – 29,4 т/га, (St) сорт Берегиня).

**Ключевые слова:** *Solanum tuberosum*; Сорт; Густота стояния; Клубнеобразование; Урожайность.

## ВВЕДЕНИЕ

В Украине до 90-х годов XX ст. картофель относился к категории полевых культур и, соответственно, выращивался на 50-100 гектарных и более площадях.

Для получения пристойной урожайности клубней, технология выращивания картофеля постоянно модернизировалась и к сожалению стала высокозатратной, и соответственно дорогой. Если в XX ст., соотношение между 1 кг хлеба и 1 кг картофеля составляло 1:2, то в XXI ст. – практически 1:1.

Известная голландская технология требовала высоких норм минеральных удобрений, искусственных средств защиты растений, которые ухудшали вкусовые качества клубней, последние длительный период являлись их товарным признаком на европейском рынке.

После ликвидации колхозно-совхозного производства картофель потерял статус полевой культуры и возвратился повторно, к огородному растению с площадями посадок от 0,01 до 1 га; в крупных агроформированиях 50-70 га.

На смену высоким (наукоемким) технологиям выращивание клубней возвратилось к упрощенным, характерным для конца XIX и первой половины XX ст. При таких ретро технологиях, сохранить высокую урожайность трудно, что в свою очередь, обусловливает актуальность создания современных технологий, в которых шире задействованы достижения биологической науки.

Цель наших исследований заключалась в выявлении наиболее продуктивных сортов иностранной селекции в сравнении со стандартом (St) сортом Берегиня (украинской селекции).

Кроме того, начало XXI ст. совпало с глобальными переменами мировой экосистемы, которая ощутимо меняет микро- и макроклимат, погодные условия и особенности развития растений. В связи с этим, необходимо заострить актуальность исследований фенологии, роста и развития растений (сортов), их продуктивности и т.д. Тем более, что в научных источниках накопилась большая численность несогласований и противоречий (Витенко, В.А. и др. 1990; Кононученко, В.В., Молоцкий, М.Я. 2002; Кучеренко, Т. 2012). К сожалению, Украина, как и соседние страны, выбрала путь массовой интродукции сортов картофеля иностранной селекции.

Генетический потенциал, той или иной сельскохозяйственной культуры определяется сортовым составом и его структурой в границах агрозоны, которая оценивается. Измеряется он реальной урожайностью исследуемой культуры.

Для научных опытов следует приобщать сорта, которые пользуются наибольшим вниманием у производителей продукции, независимо от их социального статуса. В наши исследования были включены следующие сорта: Адретта, Карин, Космос, Цезарь и Берегиня. Именно в силу этого постулата и были проведенные полевые опыты в условиях 2007-2009 гг. Как раз, эти сорта представляют большой интерес у фермерских (сельских) хозяйств, городников и дачников в Орынинской агрозоне Каменец-Подольского района, которая есть непосредственным местом проведения исследований. На сколько эффективен такой подход является содержанием настоящей статьи.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в 2007-2009 гг. на кафедре земледелия, агрохимии и почвоведения Подольского государственного аграрно-технического университета (г. Каменец-Подольский).

Объект исследований - динамика клубнеобразования: предметы – 1) сорта: Адретта (немецкой селекции), Карин (чешской), Космос (голландской), Цезарь (голландской), Берегиня (украинской); 2) орудия труда и лабораторное оборудование; 3) методические разработки и рекомендации.

Основные элементы методики полевого опыта (схема, параметры и число опытных делянок, система их размещения); наблюдения и учеты; систематизация экспериментальных данных, их математико-статистический мониторинг, отвечают действующим методикам и соответствующим рекомендациям (Доспехов, Б.А. 1979; Романчиков, В.И. 2007; Мойсейченко, В.Ф., Ещенко, В.А. 1994).

Задействованные в исследованиях сорта относятся к группе среднеранних с периодом вегетации – 70-90 суток.

В качестве сравнительного стандарта фигурирует известный на Украине сорт Берегиня, созданный на Полесской опытной станции им. О.М. Засухина. Для него характерно: прямостоячий, компактный, средней высоты куст; темно-зеленой матовой окраски листья; компактное, многоцветковое соцветие; красно-фиолетовые цветки; отсутствие ягод; розовые (условно-желтые), округло-овальные клубни. Вкусовые качества удовлетворительные.

В биологическом отношении – подбор сортов однороден, кроме отдельных признаков, а именно: Цезарь имеет минимальную урожайность; Адретта и Космос - низкое содержание протеина; Берегиня – повышенное содержание жира; Космос – клетчатки, и наименьшее БЭВ. Высокие вкусовые качества характерны Адретте и Карин; Цезарь имеет выраженную устойчивость к нематоде. В целом сходство между сортами высокое – на уровне 97-98 % (Космос – 85,1%).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Рабочая гипотеза эксперимента предусматривала получение ответов на вопросы:

1. Какова динамика урожайности среднераннего картофеля (от min до max) в условиях Подольского и Буковинского регионов юго-западной Лесостепи Украины?

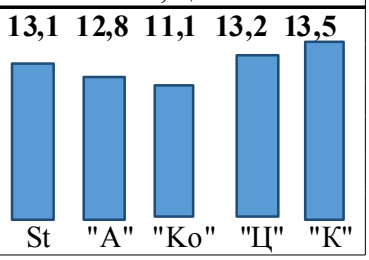
2. Какие превосходства характерны иностранным сортам в сравнении с национальным стандартом?

Для этого проведены опыты в однофакторном формате с определением уровня урожайности (продуктивности) выше перечисленных сортов на 60-е и 100-е сутки их вегетации.

Урожайность картофеля на 60-е сутки вегетации показана в табл.1, на 100-е – в табл. 2.

**Таблица 1.** *Урожайность сортов картофеля на 60-е сутки вегетации без специальной предпосадочной подготовки клубней (т/га)*

| Сорта / Годы | Берегиня (St) | Адретта | Космос | Цезарь | Карин | $\overline{X}\pm S\overline{x}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007 | 12,4 | 12,4 | 9,8 | 13,4 | 12,1 | 12,0±0,55 |
| 2008 | 11,7 | 11,6 | 11,1 | 14,4 | 14,4 | 12,6±0,60 |
| 2009 | 15,1 | 14,4 | 12,3 | 11,8 | 14,2 | 13,6±0,59 |
| $\overline{X}$ | 13,1 | 12,8 | 11,1 | 13,2 | 13,5 | 12,7±0,71 |
| | отличия от St на уровне 5% статистической значимости | | | | | |
| ±St:, т/га | St | -0,3 | -2,0 | +0,1 | +0,4 | -0,4 |
| % | | 2,8 | 15,7 | 0,8 | 3,1 | 3,1 |
| Статистика: а) общая | | | | | | |
| Урожайность в % конечной | 44,6 | 49,4 | 40,0 | 55,7 | 47,2 | 45,8 |
| n | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 60 |
| S' | 12,95 | 13,60 | 14,59 | 14,56 | 14,86 | 18,78 |
| V | 9,9 | 10,6 | 13,1 | 11,0 | 11,0 | 14,8 |
| б) при дисперсионном анализе | | | | | | |
| Годы | 2007 | 2008 | 2009 | $\overline{X}$ | X, ц/га | |
| $НСР_{05}$, т | 1,68 | 1,84 | 1,82 | 2,01 | | |
| $НСР_{05}$, % | 14,0 | 14,6 | 13,4 | 15,8 | | |
| S | 10,94 | 12,04 | 11,83 | 24,50 | | |
| V, % | 9,1 | 9,6 | 8,7 | 19,3 | | |
| $S\overline{x}$, % | 4,6 | 4,8 | 4,3 | 5,6 | | |
| n | 4 | 4 | 4 | 12 | | |




Данные таблицы 1 утверждают, что урожайность картофеля, на 60-е сутки вегетации растений, составляла в среднем за три года исследований 12,7±0,71 т/га, что в процентном отношении к конечному итогу соответствует 45,8% и в сортовом разрезе колеблется от 40 (Карин) до 55,7% (Космос); у других сортов – 44,6% (Берегиня), 49,4% (Адретта) и 47,2% (Цезарь).

Окончательным объективным доводом продуктивности сортов при ранне-летней (на 60-тые сутки вегетации) уборки клубней, стали результаты дисперсионного анализа, за которым Адретта есть полным аналогом Берегини. Так как различие между ними не превышали $НСР_{05}$, что стабильно сохраняло нулевую гипотезу – $H_o$:d=O.

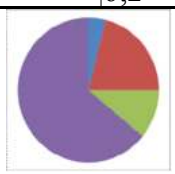
Соответственно к другим сортам Берегиня (St) не сохраняла столь стабильно подобия. В сравнении с сортом Карин Ho:d≠O наблюдалась дважды – в 2007-2009 гг., с Космосом – в 2008 и 2009 гг., с Цезарем – в 2008 г. Из проанализированных 20 позиций (4x5) только в 6 (30%) обнаружено статистическое подтверждение межсортовых различий.

По среднегодовым данным только Карин дистанцировался от St на статистически достоверную величину – 2,0 т/га (15,8% при $НСР_{05}$ = 15,8%). Однако, и он не имел достаточного продукционного потенциала удерживаться безупречным лидером.

Валовый сбор картофеля (табл.2) в расчете на 1 га составлял в 2007– 26,2 т, 2008 – 28,7 т, 2009 – 28,2 т; средний – 27,7 т. Точность опыта: в 2007г. – 4,2%; 2008г. – 3,8%, 2009г. – 3,3%; средняя – 3,2%.

В среднем за три года исследований наивысшую урожайность показал St – 29,4 т/га, превышая Адретту на 3,5 т/га, Карин – 2,2 т/га, Космос – 2,1 т/га, Цезарь – на 0,8 т/га. Статистически достоверная разница на 5% уровне значимости достигалась у всех вариантов, кроме с сортом Цезарь (0,8т при $НСР_{05}$ = 1,7т/га).

**Таблица 2.** *Урожайность клубней картофеля через 100-суток вегетации растений (т/га)*

| Сорта | | Годы | | | | ± до St | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | $\bar{X}$ | Факт. | % |
| Адретта | | 24,9 | 29,5 | 23,4 | 25,9 | -3,5 | 11,9 |
| Карин | | 25,7 | 26,5 | 29,4 | 27,2 | -2,2 | 7,5 |
| Космос | | 25,6 | 28,7 | 27,7 | 27,3 | -2,1 | 7,1 |
| Цезарь | | 27,5 | 28,0 | 30,4 | 28,6 | -0,8 | 2,7 |
| Берегиня - St | | 27,3 | 30,8 | 30,2 | 29,4 | St=29,4 | |
| Статистика | $\bar{X}$ | 26,2 | 28,7 | 28,2 | 27,7 | -1,7 | 5,8 |
| | $НСР_{05}$ | 2,4 | 3,2 | 2,7 | 1,7 | 1,7 | 6,2 |
| | $D_{YX}$ | 0,47 | 0,45 | 0,40 | 0,21 |  | |
| | $V_X$,% | 18,9 | 17,3 | 19,0 | 8,5 | | |
| | $S_{\bar{X}}$, % | 4,2 | 3,8 | 3,3 | 2,2 | | |
| | Дисперсионный анализ (двухфакторный) | A – погода (4%), B – сорта (21%), A+B (11%), Z – неучтенные обстоятельства (64%) | | | | Рис.1.Графическая модель структуры $D_{YX}$ | |

По данным дисперсионного анализа: однофакторного формата влияние сорта на изменчивость урожайности составляло в 2007 г. – 47%, 2008 г.- 45%, 2009 г. – 40% и в среднем 21%. Значительное отличие средних значений относительно статистических показателей с увеличением выборки в три раза (n=4x3=12). Как следствие точность опыта возросла до 2,2%, что стало подтверждением роста объективности экспериментальных данных.

При двухфакторном анализе – урожайность сортов зависела на 4% от климатических условий (годов исследований), на 21% - от генотипических особенностей растений и на 11% - от совокупного влияния факторов.

Главными структурными элементами урожайности картофеля является густота растений на единице площади и индивидуальная продуктивность растений (кустов).

Густота растений определяется схемой посадки, а именно: 70Ч20 см (71 тыс. кустов на 1 га), 70Ч25 см (57 тыс./га), 70Ч30 см (47,6 тыс./га), 70Ч35 см (40,8 тыс./га) (Телепов, О. 2012).

Для максимального сохранения густоты в избранном проекте рекомендуется учитывать, что всхожесть картофеля составляет 90%, а в течении вегетации повреждается и выпадает 5-7% кустов, поэтому общее снижение густоты составляет 10-15% (Альсмик, П.И. и др. 1979). На практике, как правило, предуборочная густота насаждения растений картофеля составляет 30-40 тыс./га (табл. 3).

По данным табл. 3, на время уборки урожая на 1 га насаждений сохранилось в среднем тыс. кустов: у 2007 г. – 35,1, 2008 г. – 36,2 и в 2009 г. – 41,4.

Средняя густота по опыту – 37,6 тыс./га; точность исследований – 3,4-4,8%.

Густота растений по сортам колебалась в 2007 г от 33,1 тыс./га (Берегиня, Цезарь) до 37,4 тыс./га (Карин), 2008 – 35,4 (Адретта) – 37,5 (Берегиня), у 2009 р. – 36,2 (Цезарь) до 43,7 тыс./га (Космос). В среднем за три года – от 36,2 (Цезарь) до 38,7 тыс./га (Космос) при $НСР_{05}$ = 2,7 тыс./га.

По данным дисперсионного анализа: однофакторных комплексов – влияние сорта по определению густоты составляло в 2007 г. – 38%, 2008 г. – 10%, 2009 г. – 26%; в среднем за три года – 25% (при n = 12) - общем коэффициенте вариации – 11,5% и точности опыта 2,6%); в двухфакторном выражении (3×5×4) – зависимость от погодных условий – 40%, от сортовых особенностей – 4%, совмстного действия A + B – 9% (Рис. 2).

Куст картофеля по своей морфологии являет некоторую численность отдельных растений, объединенных материнским клубнем. Чаще их называют стеблями и считают как стеблестой на единице площади (Табл. 4).

В 2007 г. – численность растений (стеблей) в расчете на один куст составляла 3,5 ед., 2008 г. – 3,4, 2009 г. – 3,1. Средний стеблестой куста в 2007-2009 гг. был достаточно стабильным и

**Таблица 3.** *Количество кустов растений картофеля по сортам, тыс./га*

| Сорт | | Год | | | | ± до St | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | $\overline{X}$ | Факт. | % |
| 1 – Адретта | | 36,9 | 35,4 | 43,4 | 38,6 | 1,4 | 3,4 |
| 2 – Карин | | 37,4 | 37,4 | 39,6 | 37,2 | 0,0 | 0,0 |
| 3 – Космос | | 35,2 | 37,2 | 43,7 | 38,7 | 1,4 | 3,4 |
| 4 – Цезарь | | 33,1 | 36,4 | 39,1 | 36,2 | -1,0 | 2,6 |
| 5 – Берегиня | | 33,1 | 37,5 | 41,0 | 37,2 | St = 37,2 | |
| Статистика | Среднее | 35,1 | 36,2 | 41,4 | 37,6 | 0,4 | 1,1 |
| | $НСР_{05}$ | 3,7 | 5,4 | 5,6 | 2,7 | 2,7 | 7,3 |
| | $D_{YX}$ | 0,38 | 0,10 | 0,26 | 0,05 | | |
| | V, % | 8,6 | 9,1 | 9,1 | 8,9 | | |
| | Sx,% | 3,4 | 4,8 | 4,4 | 2,6 | | |
| | Двухфакторный комплекс | | | | | | |
| | Дисперсионный анализ | Рис.2. Графическая изменчивость густоты растений картофеля **A – погода – 40%** *B* **– сорт – 4%** **A+B – 9%** **Z – 47%** | | | | | |

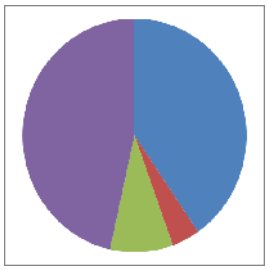
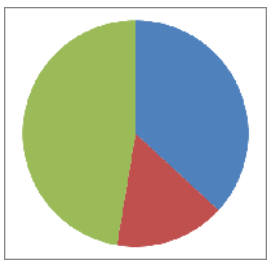


**Таблица 4.** *Численность растений (стеблей) в рассчете на один куст картофеля по сортам, шт.*

| Сорт | | Год | | | | ± до St | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | $\overline{X}$ | Факт. | % |
| 1 – Адретта | | 3,9 | 3,4 | 3,1 | 3,5 | 0,3 | 9,4 |
| 2 – Карин | | 3,6 | 3,2 | 3,1 | 3,3 | 0,1 | 3,1 |
| 3 – Космос | | 3,3 | 3,7 | 3,1 | 3,4 | 0,2 | 6,2 |
| 4 – Цезарь | | 3,6 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 0,2 | 6.2 |
| Статистика | 5 – Берегиня | 3,1 | 3,3 | 3,1 | 3,2 | St = 3,2 | |
| | Среднее | 3,5 | 3,4 | 3,1 | 3,3 | 0,1 | 3,1 |
| | $НСР_{0,5}$ | 1,0 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | 0,45 | 13.4 |
| | $D_{YX}$ | 0,16 | 0,16 | 0,02 | 0,03 | | |
| | V, % | 20,7 | 14,1 | 15,1 | 17,5 | | |
| | Sx,% | 6,9 | | 7,0 | 4,7 | | |
| | Дисперсионный анализ | Рис. 3. Графическое изображение степени изменчивости A – погода – 7% B – сорт – 3% A + B – 9% | | | | | |



составлял 3,3 ед. Именно такому количеству соответствовал сорт Карин; кусты Адретты насчитывали 3,5, Космоса и Цезаря – 3,4, Берегини 3,2 в среднем за три года $НСР_{05}$ = 0,4 ед.

Вариабельность стеблевания кустов картофеля сравнительно высокая – 17,5% (14,1-20,7%) и контролируется генетическим механизмом на очень низком уровне – 2-16% (по данным однофакторных дисперсионных комплексов) и на 3% по двухфакторного (Табл. 4, Рис. 3).

Пространственная густота стеблей картофеля в основном зависит от региона и нормы посадки клубней.

На 1 га в Полесье должно быть 55-60 тыс. кустов для продовольственного картофеля и 60-70 тыс. кустов – семенного. В Лесостепи – соответственно 50 и 55 тыс./га. В зависимости от размера клубней на 1 га высаживают 2,5-4,5 т. Если сажать клубни близко один от другого, то возрастает внутривидовая конкуренция между кустами картофеля, что фиксируется коэффициентом вариации.

Важным показателем для установления густоты посадки является густота стеблей. Каждый стебель является самостоятельным растением с собственной корневой системой. Они связаны между собой только общим происхождением от одного материнского клубня. На 1 га должно быть 180-200 тыс. стеблей, а на семеноводческих посевах 200-250 тыс./га (Теслюк, П. и др. 2001).

Необходимо учитывать, что клубни массой 30-50 г способны образовать 1,8-4 стебля; 50-80 г – 2,1-4,9 стебля; 80-120 г – 2,7-6 стеблей. То есть чем больше клубни, тем меньше густота посадки.

## ВЫВОДЫ

Опытная группа сортов среднеранней спелости иностранной и отечественной селекции имела практически одинаковую урожайность, которая зависела на 64% от агротехнических и других факторов влияния и лишь на 21% от их генетической специфики.

Как следствие, ни один сорт иностранной селекции не имел математически доказуемых превосходств над отечественными; все сорта за исключением Адретты, по урожайности следует считать равноценными; средняя за три года урожайность товарной фракции клубней составляла 29,4 т/га. Потому, преувеличивать достижение иностранной селекции картофеля не имеет никаких объективных оснований, как и открывать в чрезмерной мере для них национальные семенные и товарные рынки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АЛЬСМИК, П.И., АМБРОСОВ, А.Л., ВЕЧЕР, А.С. и др. (1979). Физиология картофеля. Москва: Колос. 272 с.

2. ВІТЕНКО, В.А., КУЦЕНКО, В.С., ВЛАСЕНКО, М.Ю. та ін. (1990). Картопля. Київ: Урожай. 256 с.

3. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1979). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 4-е перераб. и дополн. Москва: Колос. 461 с.

4. КОНОНУЧЕНКО, В.В., МОЛОЦЬКИЙ, М.Я., ред. (2002). Картопля. Біла Церква. Т.1. 536 с.

5. КУЧЕРЕНКО, Т. (2012). Картопля в Україні: проблеми виробництва і використання. В: Овочівництво, № 9 (93), с. 24-26.

6. КУЧКО, А.А., ВЛАСЕНКО, М.Ю., МИЦЬКО, В.М. (1998). Фізіологія та біохімія картоплі. Київ: Довіра. 335 с.

7. КУЧКО, А.А., МИЦЬКО, В.М. (1995). Потенційна продуктивність картоплі і основні фактори її формування. В: Картоплярство, вип. 26, с. 3-8.

8. МОЙСЕЙЧЕНКО, В.Ф., ЄЩЕНКО, В.А. (1994). Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа. 334 с.

9. РОМАНЧИКОВ, В.І. (2007). Основи наукових досліджень. Навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури. 254 с. ISBN 966-364-399-4.

10. ТЕЛЕПОВ, О. (2012). Більше стебел – більше бульб. У: Земля моя годувальниця. № 15 (641), с. 2-3.

11. ТЕСЛЮК, П., ПАСІЧНИК, П., ВЕРМЕНКО, Ю., ПАНКІВСЬКА, Ю. (2001). Сорти картоплі. Київ: Агросвіт України. 93 с.

12. HUNNIUS, W. (1977). Zur «Ertragsphysiologie» der Kartoffel [On the yield physiology of the potato]. In: Kali-Briefe, vol. 13, nr. 2/10. ISSN 0170-2181.

Data prezentării articolului: 01.10.2014
Data acceptării articolului: 03.05.2015

УДК 630*5:582.475.4

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА ТОВАРНУЮ СТРУКТУРУ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

***Г.Г. ГРИНИК, О.Ю. ГРОМЯК***
*Национальный лесотехнический университет Украины*

**Abstract**. The article includes the results of the biogroup structure analysis as well as research results of the influence of horizontal arrangement of trees on the peculiarities of the commodity composition of pine forest stand by the types of forest site conditions: fresh ($B_2$) and wet ($B_3$) subors, as well as a wet sudubrav ($C_3$) – and, correspondingly, by the types of forest: fresh ($B_2$) and wet ($B_3$) oak and pine subors, as well as a wet oak and pine sudubrav ($D_2$). It is established that the biogroup type of horizontal arrangement prevails. There have been found out differences in forming pure pine and mixed biogroups in the studied forest stands, as well as differences in the commodity structure of forest stands as a whole and corresponding biogroups. Biogroups get consolidated as they become older, and their amount increases without any participation of Scotch pine trees; moreover, the number of isolated trees is diminishing; middle-aged forest stands are characterized by pure biogroups of Scotch pine trees; as biogroups become consolidated, pine trees come into closer contact with other arboreal species, which results in the formation of mixed biogroups.

**Keywords:** Scotch pine; Horizontal arrangement; Commodity structure; Biogroup.

**Реферат.** Представлены результаты анализа структуры биогрупп, а также исследования влияния горизонтального расположения деревьев на особенности товарной структуры сосновых древостоев в типах лесорастительных условий: свежем ($B_2$) и влажном ($B_3$) суборах, а также влажном сугруде ($C_3$) – и, соответственно, в типах леса: свежем (д-С $B_2$) и влажном (д-С $B_3$) дубово-сосновых суборах, а также влажном дубово-сосновом сугруде (д-С $C_2$). Установлено, что преобладает биогрупповой тип горизонтального строения. Выявлены отличия в формировании чистых сосновых и смешанных биогрупп в исследуемых древостоях, а также отличия в товарной структуре как древостоев в целом, так и соответствующих биогрупп. С увеличением возраста происходит укрупнение биогрупп, а их количество без участия сосны обыкновенной увеличивается; кроме того, уменьшается количество отдельно стоящих деревьев; для средневозрастных древостоев характерны чистые биогруппы из сосны обыкновенной; при укрупнении биогрупп сосна вступает в более тесную связь с другими древесными породами, что приводит к образованию смешанных биогрупп.

**Ключевые слова:** Сосна обыкновенная; Горизонтальное строение; Товарная структура; Биогруппа.

## ВВЕДЕНИЕ

Особенности товарной структуры древостоев исследовано преимущественно или на типологической основе, или на таксационной (в зависимости от класса бонитета, абсолютной и относительной полнот и возраста древостоя). В обоих случаях во внимание не берутся особенности горизонтального расположения деревьев по площади, тип расположения деревьев, и, в случае биогруппового расположения деревьев, характеристика биогрупп – таксационные показатели, количество, категории технической пригодности и породный состав деревьев, которые формируют такие биогруппы в разных типах лесорастительных условий. Поэтому на сегодня актуальным является исследование влияния пространственной структуры, в частности ее типов, на товарную структуру. Таким образом, цель работы – исследование влияния типа горизонтального размещения деревьев на товарную структуру сосняков в разных типах лесорастительных условий западной части Подольской Возвышенности.

На сегодня на Украине практическое обоснование внедрения исследования взаимосвязей товарной и пространственной структуры древостоев хвойных пород осуществлено для пихты белой в горных условиях (Горошко, М.П. 2011) и для сосны обычной в равнинных (Манойло, И.О. 2011). Наши исследования отличаются от уже проведенных в первую очередь регионом исследования, а во вторую – методологическими подходами: сравнительный анализ осуществлен с учетом как лесоводственных, так и таксационных показателей чистых и смешанных древостоев в разных типах лесорастительных условий. В связи с разницей в выделении типов

лесорастительных условий и в системе осуществления хозяйственных мероприятий результаты заграничных исследований использовались только в теоретической части подготовки исследования (Секретенко, О.П. 1985; Diggle, P.j. 1983).

Предыдущие исследования пространственной структуры древостоев (Бойко, С.В. 2011; Шукель, И.В. 2005) позволяют выделить необходимую теоретическую основу для внедрения полученных результатов для практического использования – определения самых оптимальных размеров биогрупп с целью улучшения товарной структуры древостоя в целом и увеличить частицу деревьев с соответствующими размерно-качественными показателями. Для этого, с целью установления оптимальных, с точки зрения товарности, биогрупп проанализирована связь товарной структуры древостоев и горизонтального расположения деревьев, особенностей формирования биогрупп (их лесоводственно-таксационные характеристики) сосновых древостоев в разных типах лесорастительных условий западной части Подольской Возвышенности.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В соответствии с поставленной целью предусмотрено: исследовать пространственную структуру древостоев; определить типы горизонтального размещения деревьев на пробных площадях; описать параметры биогрупп на пробных площадях; установить оптимальное количество деревьев в биогруппе с наибольшим количеством деловых деревьев. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений на пробных площадях проводилась по общепринятой в лесной таксации методике с фиксацией результатов в карточке пробной площади. При выполнении полевых работ учитывались все требования, предусмотренные лесоустроительной инструкцией по закладке пробных площадей (СОУ 02.02-37-476:2006). Таксационные показатели насаждений и статистическая обработка материалов полевых исследований проводились по общепринятой методике с использованием ЭВМ и набора стандартных прикладных программ и программного обеспечения кафедры лесной таксации и лесоустройства НЛТУ Украины (Горошко, М.П. 2011; Громяк, О.Ю. 2013). Из методик, которые в настоящее время чаще всего используются для определения типа пространственного размещения деревьев на площади, использована методика О.П. Секретенко (1985), основанная на построении радиальной функции распределения по известным координатам объектов и на анализе этой функции, полученной для реальных древостоев и разных модельных размещений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для проведения исследования было заложено 17 пробных площадей в сосновых древостоях в пределах Растоцко-Опольской горбогорной области. К этой ландшафтной области принадлежат гряда лесистого Расточья с абсолютными высотными отметками 360-390 м н.у.м., которая стремительными склонами опускается в Малое Полесье, а также горбогорное Ополье. Пробные площади заложили в свежих и влажных дубово-сосновых суборах (дальше – $B_2$ д-С и $B_3$ д-С), влажных грабово-дубово-сосновых и дубово-сосновых сугрудах (дальше – $C_3$ г-д-С и $C_3$ д-С) в вековом диапазоне 57-111 лет; в насаждениях $I^a$, I и II классов бонитета с относительной полнотой $0,75^{\pm 0,17}$ (Табл. 1).

Для удобства сравнения все пробные площади были распределены на возрастные группы, которые подобны по возрасту и другим таксационным показателям. Выявлено, что на всех пробных площадях наблюдается биогрупповое размещение деревьев, поскольку на малых расстояниях радиальная функция приобретает наибольшие значения, а дальше уменьшается и приближается к горизонтальной прямой линии, которая свидетельствует о случайном расположении групп. По результатам анализа графиков распределений радиальной функции установлено, что на всех пробных площадях тип горизонтального расположения деревьев можно охарактеризовать как биогрупповой. Характеристика биогрупп приведена в таблице 2.

Анализ данных, приведенных в таблице 2, позволяет установить, что в исследуемых суборовых типах леса чистые сосновые древостои характеризуются достаточно высоким классом бонитета (при гигротопе 3 – I, а при 2 – II). Для сугрудовых условий характерным является наличие сопутствующих пород: дуба черешчатого, граба, березы бородавчатой, бука

**Таблица 1.** *Таксационные показатели древостоев на пробных площадях*

| № ПП | Тип лесорастительных условий, тип леса | Возраст, лет | Состав древостоя | Количество деревьев, шт·га$^{-1}$ | Средние* | | | Класс бонитета главной породы | Полнота | | Запас, м$_3$·га$_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | высота ствола, м | диаметр ствола, см | высота начала кроны, м | | относительная | абсолютная, м$_2$га$_{-1}$ | |
| B1 | $B_3$, дС | 60 | 10Соб | 672 | 22,6 | 24,5 | 18,7 | I | 0,76 | 31,7 | 252 |
| B2 | $B_3$, дС | 67 | 10Соб | 556 | 23,4 | 25,8 | 19,6 | I | 0,68 | 29,1 | 317 |
| B3 | $B_3$, дС | 76 | 10Соб | 476 | 25,8 | 29,5 | 21,6 | I | 0,73 | 32,5 | 380 |
| B4 | $B_3$, дС | 82 | 10Соб | 500 | 27,3 | 32,5 | 21,8 | I | 0,92 | 41,5 | 398 |
| B5 | $B_2$, дС | 91 | 10Соб | 420 | 25,1 | 30,9 | 19,1 | II | 0,79 | 31,5 | 370 |
| B6 | $B_2$, дС | 101 | 10Соб | 480 | 26,6 | 31,6 | 20,8 | II | 0,93 | 37,6 | 462 |
| B7 | $B_2$, дС | 111 | 10Соб | 372 | 28,7 | 33,7 | 20,8 | II | 0,81 | 33,2 | 420 |
| C1 | $C_3$, гдС | 57 | 8,7Соб0,8Д0,5Гр | 636 | 23,8 | 28,5 | 21,0 | Ia | 0,79 | 32,5 | 344 |
| C2 | $C_3$, дС | 57 | 9,9Соб0,1Олч | 549 | 21,5 | 27,8 | 18,9 | I | 0,79 | 32,5 | 315 |
| C3 | $C_3$, дС | 63 | 8,5Соб0,7Д0,8Бкл | 623 | 23,5 | 28,4 | 19,4 | I | 0,76 | 32,2 | 333 |
| C4 | $C_3$, гдС | 67 | 8,6Соб0,7Д0,7Гр | 528 | 25,8 | 34,2 | 21,7 | Ia | 0,78 | 33,4 | 378 |
| C5 | $C_3$, дС | 67 | 7,2Соб1,8Д0,8Бе | 573 | 25,1 | 33,1 | 21,4 | I | 0,74 | 31,9 | 367 |
| C6 | $C_3$, гдС | 67 | 8,8Соб0,8Д0,4Лпм | 410 | 25,3 | 30,8 | 21,9 | I | 0,81 | 34,7 | 394 |
| C7 | $C_3$, дС | 77 | 8,7Соб0,5Д0,4Гр0,4Бе | 340 | 26,1 | 41,5 | 22,6 | I | 0,81 | 36,2 | 422 |
| C8 | $C_3$, гдС | 77 | 8,7Соб0,8Д0,5Гр | 237 | 26,4 | 40,1 | 22,4 | I | 0,80 | 30,0 | 358 |
| C9 | $C_3$, дС | 82 | 6,6Соб3,1Д0,3Гр | 298 | 26,2 | 39,7 | 22,5 | I | 0,71 | 32,0 | 375 |
| C10 | $C_3$, гдС | 87 | 7,2Соб2,4Д0,4Гр | 380 | 26,1 | 37,8 | 22,3 | I | 0,77 | 35,2 | 407 |

* данные указаны для главной породы – сосны обыкновенной; Соб – сосна обыкновенная; Д – дуб черешчатый; Гр – граб; Бкл – бук лесной; Бе – береза бородавчатая; Олч – ольха черная; Лпд – липа мелколистая.

**Таблица 2.** *Характеристика биогрупп сосновых древостоев*

| ПП* | Возраст, лет | Среднее расстояние между деревьями в биогруппах, м | Количество деревьев в биогруппах, шт. | | | ПП* | Возраст, лет | Среднее расстояние между деревьями в биогруппах, м | Количество деревьев в биогруппах, шт. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | min | mid | max | | | | min | mid | max |
| B1 | 60 | 3,92 | 2 | 3-4 | 5 | C3 | 63 | 2,53 | 2 | 3-4 | 6 |
| B2 | 67 | 4,01 | 2 | 3-4 | 7 | C4 | 67 | 3,11 | 2 | 3-4 | 7 |
| B3 | 76 | 4,41 | 2 | 3-4 | 6 | C5 | 67 | 3,20 | 2 | 2-3 | 7 |
| B4 | 82 | 4,95 | 2 | 4-5 | 6 | C6 | 67 | 3,44 | 2 | 3-4 | 6 |
| B5 | 91 | 5,18 | 2 | 3-4 | 6 | C7 | 77 | 4,63 | 2 | 3-4 | 7 |
| B6 | 101 | 5,42 | 2 | 5-6 | 6 | C8 | 77 | 3,72 | 2 | 2-3 | 5 |
| B7 | 111 | 5,98 | 2 | 4-5 | 7 | C9 | 82 | 3,85 | 2 | 3-4 | 5 |
| C1 | 57 | 2,60 | 2 | 3-4 | 6 | C10 | 87 | 3,11 | 2 | 3-4 | 6 |
| C2 | 57 | 2,87 | 2 | 3-4 | 5 | ПП* номер пробной площади | | | | | |

лесного и липы мелколистной. Названные условия способствуют росту деревьев сосны в высоту, а сопутствующие породы исполняют роль подгона. Таким образом формируются древостои I и выше классов бонитета. Нужно отметить, что в суборовых условиях расстояния между деревьями в биогруппах немного больше, чем в сугрудовых условиях. Данная особенность обусловлена наличием в составе древостоев в сугрудовых условиях значительного количества сопутствующих пород, таких, как граб и бук, которые могут находиться в подчиненном состоянии в пологе насаждения, что и является причиной уменьшения расстояний между деревьями в древостое в целом. Кроме того, в сосняках в сугрудовых условиях формируются как чистые, так и смешанные биогруппы, товарная структура которых отличается от биогрупп в суборовых условиях. В суборовых условиях в биогруппах формируется большее, чем в чистых биогруппах в сугрудах, количество деловых деревьев, но доля их меньше, чем в смешанных биогруппах.

Нужно отметить, что в сугрудовых типах леса также выявлены определенные отличия в структуре биогрупп. Уменьшение долевого участия главной породы до менее 7,5 единицы негативно влияет на рост и общий запас древостоя. Увеличение суммарного долевого участия дуба и граба свыше 2,5-3,0 единиц приводит к формированию у значительного количества деревьев этих пород мощных крон, которые подавляют рост деревьев сосны обыкновенной, а не содействуют развитию у них компактных по диаметру крон.

С целью анализа влияния горизонтального расположения деревьев на особенности формирования насаждения осуществлено распределение количества деревьев в биогруппах по категориям технической пригодности (Табл. 3 и 4).

**Таблица 3.** *Распределение частиц деловых деревьев в биогруппах древостоев в типах лесорастительных условий $B_2$ и $B_3$ %*

| ПП* | N, шт. | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | | ПП* | N, шт. | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | % | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | % |
| B1 | 1 | 4,2 | – | – | – | – | – | 4,2 | B5 | 1 | 3,3 | – | – | – | – | – | 3,3 |
| | 2 | 2,4 | 12,0 | – | – | – | – | 14,5 | | 2 | 3,3 | 5,0 | – | – | – | – | 8,3 |
| | 3 | 1,2 | 15,7 | 9,0 | – | – | – | 25,9 | | 3 | 1,7 | 8,3 | 10,0 | – | – | – | 20,0 |
| | 4 | 0,6 | 4,8 | 5,4 | 7,2 | – | – | 18,1 | | 4 | – | 3,3 | 10,0 | 6,7 | – | – | 20,0 |
| | 5 | – | – | 1,8 | 2,4 | 3,0 | – | 7,2 | | 5 | – | 1,7 | 5,0 | 3,3 | 4,2 | – | 14,2 |
| | Всего | 8,4 | 32,5 | 16,3 | 9,6 | 3,0 | – | 69,9 | | 6 | – | – | 5,0 | – | – | – | 5,0 |
| B2 | 1 | 4,4 | – | – | – | – | – | 4,4 | | Всего | 8,3 | 18,3 | 30,0 | 10,0 | 4,2 | – | 70,8 |
| | 2 | 1,5 | 5,9 | – | – | – | – | 7,4 | B6 | 1 | 4,9 | – | – | – | – | – | 4,9 |
| | 3 | 1,5 | 13,2 | 6,6 | 2,9 | – | – | 24,3 | | 2 | 0,8 | 6,5 | – | – | – | – | 7,3 |
| | 4 | – | 1,5 | 2,2 | 14,7 | – | – | 18,4 | | 3 | 1,6 | 4,9 | 4,9 | – | – | – | 11,4 |
| | 5 | – | 1,5 | – | 5,9 | – | – | 7,4 | | 4 | 0,8 | 1,6 | 7,3 | 13,0 | – | – | 22,8 |
| | 6 | – | – | – | – | 3,7 | 8,8 | 12,5 | | 5 | – | – | 2,4 | 6,5 | 16,3 | – | 25,2 |
| | 7 | – | – | – | – | – | 4,4 | 4,4 | | 6 | – | – | – | – | 4,1 | 4,9 | 8,9 |
| | Всего | 7,4 | 22,1 | 8,8 | 23,5 | 3,7 | 13,2 | 78,7 | | Всего | 8,1 | 13,0 | 14,6 | 19,5 | 20,3 | 4,9 | 80,5 |
| B3 | 1 | 7,6 | – | – | – | – | – | 7,6 | B7 | 1 | 2,2 | – | – | – | – | – | 2,2 |
| | 2 | 1,9 | 7,6 | – | – | – | – | 9,5 | | 2 | 1,1 | 4,3 | – | – | – | – | 5,4 |
| | 3 | 1,0 | 3,8 | 22,9 | – | – | – | 27,6 | | 3 | 1,1 | – | – | – | – | – | 1,1 |
| | 4 | 1,0 | – | 14,3 | – | – | – | 15,2 | | 4 | 2,2 | 2,2 | 3,2 | 8,6 | – | – | 16,1 |
| | 5 | – | 1,9 | – | – | 14,3 | – | 16,2 | | 5 | 1,1 | 6,5 | – | – | – | – | 7,5 |
| | 6 | – | – | – | – | – | 5,7 | 5,7 | | 6 | – | 2,2 | 3,2 | – | 5,4 | – | 10,8 |
| | Всего | 11,4 | 13,3 | 37,1 | – | 14,3 | 5,7 | 81,9 | | 7 | – | – | – | – | – | 6,5 | 6,5 |
| B4 | 1 | 4,2 | – | – | – | – | – | 4,2 | | Всего | 7,5 | 15,1 | 6,5 | 8,6 | 5,4 | 6,5 | 49,5 |
| | 2 | 1,7 | 1,7 | – | – | – | – | 3,3 | | | | | | | | | |
| | 3 | 0,8 | 8,3 | 7,5 | – | – | – | 16,7 | | | | | | | | | |
| | 4 | – | 1,7 | 7,5 | 3,3 | – | – | 12,5 | | | | | | | | | |
| | 5 | – | – | 7,5 | 10,0 | 4,2 | – | 21,7 | | | | | | | | | |
| | 6 | – | – | – | 10,0 | 4,2 | – | 14,2 | | | | | | | | | |
| | Всего | 6,7 | 11,7 | 22,5 | 23,3 | 8,3 | – | 72,5 | | | | | | | | | |

ПП* номер пробной площади;
N – количество деревьев в биогруппе, шт.

Для сосняков в суборовых условиях характерным является наличие незначительного количества отдельно стоящих деловых деревьев (Табл. 3). В вековом промежутке 60-71 года преобладают биогруппы из 3 и 4 деревьев с 2 и 3 деловыми деревьями соответственно. На пробной площади (ПП) B3 в возрасте 76 лет обнаружено, что здесь преобладают биогруппы из 3 (22,9 %)[1] и 4 (14,3 %) деревьев с 3 деловыми в обоих. В процессе роста древостоя происходит укрупнение биогрупп. На ПП B4 преобладают биогруппы из 5 деревьев (21,7 %) с 3 (7,5 %) и с 4 (10,0 %) деловыми. В дальнейшем начинается более активное отпадение отстающих в росте деревьев сосны обыкновенной, что впоследствии опять приводит к перераспределению формирования биогрупп и увеличению биогрупп из 3 и 4 деревьев (19,9 и 20,1 % на ПП B5 соответственно) по 3 деловых дерева в каждой.

[1] тут и далее – процент от общего количества деревьев на пробной площади.

**Таблица 4.** *Распределение частиц деловых деревьев в биогруппах древостоев в типах лесорастительных условий $C_3$, %*

| ПП | Количество деревьев в биогруппе, шт. | Чистые биогруппы | | | | | | | Смешанные биогруппы | | | | | | | Всего | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | **?** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | **?** |
| C1 | 1 | 12,7 | – | – | – | – | – | 12,7 | 0,6 | – | – | – | – | – | 0,6 | 13,3 | – | – | – | – | – | 13,3 |
| | 2 | 11,6 | 10,4 | – | – | – | – | 22,0 | 1,2 | – | – | – | – | – | 1,2 | 12,8 | 10,4 | – | – | – | – | 23,2 |
| | 3 | – | 1,7 | 5,2 | – | – | – | 6,9 | 5,2 | – | – | – | – | – | 5,2 | 5,2 | 1,7 | 5,2 | – | – | – | 12,1 |
| | 4 | – | 2,3 | 2,3 | – | – | – | 4,6 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | – | – | – | 6,9 | 2,3 | 4,6 | 4,6 | – | – | – | 11,5 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 5,8 | 5,8 | – | – | – | 11,6 | – | 5,8 | 5,8 | – | – | – | 11,6 |
| | 6 | – | – | – | – | – | 3,5 | 3,5 | 3,5 | – | – | – | – | – | 3,5 | 3,5 | – | – | – | – | 3,5 | 7,0 |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Всего | 24,3 | 14,4 | 7,5 | – | – | 3,5 | 49,7 | 12,8 | 8,1 | 8,1 | – | – | – | 29,0 | 37,1 | 22,5 | 15,6 | – | – | 3,5 | 78,7 |
| C2 | 1 | 9,0 | – | – | – | – | – | 9,0 | – | – | – | – | – | – | – | 9,0 | – | – | – | – | – | 9,0 |
| | 2 | 14,9 | 4,0 | – | – | – | – | 18,9 | – | – | – | – | – | – | – | 14,9 | 4,0 | – | – | – | – | 18,9 |
| | 3 | 3,0 | 4,5 | 10,4 | – | – | – | 17,9 | 3,0 | – | – | – | – | – | 3,0 | 6,0 | 4,5 | 10,4 | – | – | – | 20,9 |
| | 4 | 4,0 | 4,0 | 8,0 | 6,0 | – | – | 22,0 | – | – | 2,0 | – | – | – | 2,0 | 4,0 | 4,0 | 1– | 6,0 | – | – | 24,0 |
| | 5 | – | – | – | – | 2,5 | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | 2,5 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Всего | 30,9 | 12,5 | 18,4 | 6,0 | 2,5 | – | 70,3 | 3,0 | – | 2,0 | – | – | – | 5,0 | 33,9 | 12,5 | 20,4 | 6,0 | 2,5 | – | 75,3 |
| C3 | 1 | 6,0 | – | – | – | – | – | 6,0 | 0,9 | – | – | – | – | – | 0,9 | 6,9 | – | – | – | – | – | 6,9 |
| | 2 | 3,7 | 10,2 | – | – | – | – | 13,9 | 2,8 | 0,9 | – | – | – | – | 3,7 | 6,5 | 11,1 | – | – | – | – | 17,6 |
| | 3 | 1,4 | – | 6,9 | – | – | – | 8,3 | 5,6 | 8,3 | – | – | – | – | 13,9 | 7,0 | 8,3 | 6,9 | – | – | – | 22,2 |
| | 4 | – | – | 5,6 | 1,9 | – | – | 7,5 | 3,7 | 1,9 | 1,9 | – | – | – | 7,5 | 3,7 | 1,9 | 7,5 | 1,9 | – | – | 15,0 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,6 | 6,9 | – | – | 11,5 | – | – | 4,6 | 6,9 | – | – | 11,5 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 11,1 | 2,8 | – | 13,9 | – | – | – | 11,1 | 2,8 | – | 13,9 |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Всего | 11,1 | 10,2 | 12,5 | 1,9 | – | – | 35,7 | 13,0 | 11,1 | 6,5 | 18,0 | 2,8 | – | 51,4 | 24,1 | 21,3 | 19,0 | 19,9 | 2,8 | – | 87,1 |
| C4 | 1 | 12,1 | – | – | – | – | – | 12,1 | 1,5 | – | – | – | – | – | 1,5 | 13,6 | – | – | – | – | – | 13,6 |
| | 2 | – | 12,1 | – | – | – | – | 12,1 | 6,1 | 3,0 | – | – | – | – | 9,1 | 6,1 | 15,1 | – | – | – | – | 21,2 |
| | 3 | – | – | 11,4 | – | – | – | 11,4 | 2,3 | 9,1 | 2,3 | – | – | – | 13,7 | 2,3 | 9,1 | 13,7 | – | – | – | 25,1 |
| | 4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 6,1 | – | – | – | 6,1 | – | – | 6,1 | – | – | – | 6,1 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,8 | 3,8 | – | – | – | 7,6 | – | 3,8 | 3,8 | – | – | – | 7,6 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 5,3 | – | 5,3 | – | – | – | – | 5,3 | – | 5,3 |
| | Всего | 12,1 | 12,1 | 11,4 | – | – | – | 35,6 | 9,9 | 15,9 | 12,2 | – | 5,3 | – | 43,3 | 22,0 | 28,0 | 23,6 | – | 5,3 | – | 78,9 |
| C5 | 1 | 5,4 | – | – | – | – | – | 5,4 | 1,8 | – | – | – | – | – | 1,8 | 7,2 | – | – | – | – | – | 7,2 |
| | 2 | 2,4 | 6,0 | – | – | – | – | 8,4 | 4,8 | 1,2 | – | – | – | – | 6,0 | 7,2 | 7,2 | – | – | – | – | 14,4 |
| | 3 | – | – | 1,8 | – | – | – | 1,8 | 9,0 | 9,0 | – | – | – | – | 18,0 | 9,0 | 9,0 | 1,8 | – | – | – | 19,8 |
| | 4 | – | – | – | – | – | – | – | 7,2 | 2,4 | 7,2 | – | – | – | 16,8 | 7,2 | 2,4 | 7,2 | – | – | – | 16,8 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | 3,0 | – | 9,0 | – | – | – | 12,0 | 3,0 | – | 9,0 | – | – | – | 12,0 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,6 | – | – | – | – | 3,6 | – | 3,6 | – | – | – | – | 3,6 |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,2 | – | – | – | 4,2 | – | – | 4,2 | – | – | – | 4,2 |
| | Всего | 7,8 | 6,0 | 1,8 | – | – | – | 15,6 | 25,8 | 16,2 | 20,4 | – | – | – | 62,4 | 33,6 | 22,2 | 22,2 | – | – | – | 78,0 |
| C6 | 1 | 6,3 | – | – | – | | – | 6,3 | – | – | – | – | – | – | – | 6,3 | – | – | – | – | – | 6,3 |
| | 2 | 1,3 | 12,5 | – | – | | – | 13,8 | 3,8 | – | – | – | – | – | 3,8 | 5,1 | 12,5 | – | – | – | – | 17,6 |
| | 3 | – | 5,6 | 1,9 | – | | – | 7,5 | 11,3 | 3,8 | – | – | – | – | 15,1 | 11,3 | 9,4 | 1,9 | – | – | – | 22,6 |
| | 4 | – | – | – | – | 5,0 | – | 5,0 | 2,5 | 2,5 | 7,5 | – | – | – | 12,5 | 2,5 | 2,5 | 7,5 | – | 5,0 | – | 17,5 |
| | 5 | – | – | – | – | 3,1 | – | 3,1 | 6,3 | – | 9,4 | 3,1 | – | – | 18,8 | 6,3 | – | 9,4 | 3,1 | 3,1 | – | 21,9 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | 3,8 | – | – | – | – | – | 3,8 | 3,8 | – | – | – | – | – | 3,8 |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Всего | 7,6 | 18,1 | 1,9 | – | 8,1 | – | 35,7 | 27,7 | 6,3 | 16,9 | 3,1 | – | – | 54,0 | 35,3 | 24,4 | 18,8 | 3,1 | 8,1 | – | 89,7 |
| C7 | 1 | 3,4 | – | – | – | – | – | 3,4 | – | – | – | – | – | – | – | 3,4 | – | – | – | – | – | 3,4 |
| | 2 | – | 3,4 | – | – | – | – | 3,4 | 8,4 | 1,7 | – | – | – | – | 10,1 | 8,4 | 5,1 | – | – | – | – | 13,5 |
| | 3 | – | – | 7,6 | – | – | – | 7,6 | 5,0 | 7,6 | – | – | – | – | 12,6 | 5,0 | 7,6 | 7,6 | – | – | – | 20,2 |
| | 4 | – | – | 3,4 | 3,4 | – | – | 6,8 | – | 3,4 | 6,7 | – | – | – | 10,1 | – | 3,4 | 10,1 | 3,4 | – | – | 16,9 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,2 | – | 4,2 | – | – | 8,4 | – | 4,2 | – | 4,2 | – | – | 8,4 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 5,0 | 15,1 | – | – | 20,1 | – | – | 5,0 | 15,1 | – | – | 20,1 |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 5,9 | – | – | 5,9 | – | – | – | 5,9 | – | – | 5,9 |
| | Всего | 3,4 | 3,4 | 11,0 | 3,4 | – | – | 21,2 | 13,4 | 16,9 | 11,7 | 25,2 | – | – | 67,2 | 16,8 | 20,3 | 22,7 | 28,6 | – | – | 88,4 |
| C8 | 1 | 6,0 | – | – | – | – | – | 6,0 | – | – | – | – | – | – | – | 6,0 | – | – | – | – | – | 6,0 |
| | 2 | – | 8,1 | – | – | – | – | 8,1 | 16,1 | 1,3 | – | – | – | – | 17,4 | 16,1 | 9,4 | – | – | – | – | 25,5 |
| | 3 | – | – | 8,1 | – | – | – | 8,1 | 8,1 | 8,1 | – | – | – | – | 16,2 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | – | – | – | 24,3 |
| | 4 | – | – | – | – | – | – | – | 5,4 | 8,1 | 2,7 | – | – | – | 16,2 | 5,4 | 8,1 | 2,7 | – | – | – | 16,2 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 6,7 | – | – | – | – | 6,7 | – | 6,7 | – | – | – | – | 6,7 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Всего | 6,0 | 8,1 | 8,1 | – | – | – | 22,2 | 29,6 | 24,2 | 2,7 | – | – | – | 56,5 | 35,6 | 32,3 | 10,8 | – | – | – | 78,7 |

*продолжение таблицы 4*

| ПП | Количество деревьев в биогруппе, шт. | Чистые биогруппы | | | | | | | Смешанные биогруппы | | | | | | | Всего | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | | Количество деловых деревьев, шт. | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | **?** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | **?** |
| С9 | 1 | 1,2 | – | – | – | – | – | 1,2 | – | – | – | – | – | – | – | 1,2 | – | – | – | – | – | 1,2 |
| | 2 | – | 3,7 | – | – | – | – | 3,7 | 7,4 | 1,2 | – | – | – | – | 8,6 | 7,4 | 4,9 | – | – | – | – | 12,3 |
| | 3 | – | 1,9 | 3,7 | – | – | – | 5,6 | 1,9 | 9,3 | 5,6 | – | – | – | 16,8 | 1,9 | 11,2 | 9,3 | – | – | – | 22,4 |
| | 4 | – | – | – | 4,9 | – | – | 4,9 | – | 7,4 | 14,8 | 9,9 | – | – | 32,1 | – | 7,4 | 14,8 | 14,8 | – | – | 37,0 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3,1 | 6,2 | – | – | 9,3 | – | – | 3,1 | 6,2 | – | – | 9,3 |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Всего | 1,2 | 5,6 | 3,7 | 4,9 | – | – | 15,4 | 9,3 | 17,9 | 23,5 | 16,1 | – | – | 66,8 | 10,5 | 23,5 | 27,2 | 21,0 | – | – | 82,2 |
| С10 | 1 | 8,3 | – | – | – | – | – | 8,3 | – | – | – | – | – | – | – | 8,3 | – | – | – | – | – | 8,3 |
| | 2 | 1,5 | 9,0 | – | – | – | – | 10,5 | – | 4,5 | – | – | – | – | 4,5 | 1,5 | 13,5 | – | – | – | – | 15,0 |
| | 3 | – | – | 4,5 | – | – | – | 4,5 | 9,0 | 9,0 | 4,5 | – | – | – | 22,5 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | – | – | – | 27,0 |
| | 4 | – | – | – | – | – | – | – | 3,0 | 15,0 | – | – | – | – | 18,0 | 3,0 | 15,0 | – | – | – | – | 18,0 |
| | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | 4,5 | – | 4,5 | – | – | 9,0 | – | 4,5 | – | 4,5 | – | – | 9,0 |
| | 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | Всего | 9,8 | 9,0 | 4,5 | – | – | – | 23,3 | 12,0 | 33,0 | 4,5 | 4,5 | – | – | 54,0 | 21,8 | 42,0 | 9,0 | 4,5 | – | – | 77,3 |

На ПП В6 (возраст 101 год) обнаружено последующее укрупнение биогрупп с 4 (22,8 %) и 5 (25,2 %) деревьями, в которых количество деловых составляет 4 (19,5 %) и 5 (20,3 %) шт. Начиная с возраста 111 лет (ПП В7) отмечено существенное уменьшение процента деловых деревьев – до 49,5 % от общего количества. Интенсивное выпадение деревьев из состава древостоя происходит а результате естественного старения и поражения болезнями и вредителями, что приводит к их усыханию и, соответственно, переходу в другую категорию технической пригодности. На этой ПП преобладают биогруппы из 4 (16,1 %) и 6 (10,8 %) деревьев. Нужно отметить, что в биогруппах из 4 деревьев преобладают деловые (8,6 %), в группах из 5 деревьев 2 деловых (6,5 %), из 6 деревьев – 5 деловых (5,4 %), из 7 деревьев – 6 деловых (6,5 %).

В сугрудовых типах лесорастительных условий для чистых сосновых в возрасте 57 лет преобладают биогруппы из 2 деревьев – 22,0 % (ПП С1) с двумя деловыми (10,4 %) и из 2-4 деревьев – суммарно 56,8 % (ПП С2) с 2 и с 3 деловыми (суммарно 30,9 %). Также обнаружено значительное количество отдельно стоящих деловых деревьев: 24,3 % (ПП С1) и 30,9 % (ПП С2). В смешанных биогруппах на ПП С1 преобладают биогруппы из 3-5 деревьев с 2-3 деловыми. На ПП С2 смешаные биогруппы имеют в своем составе только 5,0 % деловых деревьев.

У биогрупп в возрасте 63-67 лет выявлена общая тенденция к преобладанию деловых деревьев в составе смешанных биогрупп (ПП С3 – 51,4 %, ПП С5 – 62,4 %) в условиях влажного дубово-соснового сугруда, в сравнении с грабово-дубово-сосновым (Пп4 – 43,3, ПП С6 – 54,0 %). В целом на этих пробных площадях формируются чистые биогруппы из 2-3 деревьев с 2-3 деловыми в их составе, а для смешанных – из 3-5 деревьев с 2-3 деловыми.

На ПП С7 и С8 в возрасте 77 лет прослеживается подобная тенденция: в смешанных биогруппах сосредоточено подавляющее большинство деловых деревьев. Доля деловых деревьев в чистых биогруппах составляет 21,2 % (ПП С7) и 22,2 % (ПП С8). Большие биогруппы также являются характерными для смешанного типа, но в условиях влажного дубово-соснового сугруда они более продуктивны – как по количеству деловых, так и по общему количеству деревьев.

В возрасте свыше 81 года во влажном грабово-дубово-сосновом сугруде доля деловых деревьев в чистых биогруппах выше (ПП С10 – 23,3 %), чем в дубово-сосновом сугруде (ПП С9 – 15,4 %), где формируются большие по размерам сосновые биогруппы. Здесь преобладают сосновые биогруппы из 2-4 деревьев с 2-4 деловыми, а в условиях влажно грабово-дубово-соснового сугруда – из 2 деревьев с 2 деловыми (9,0 %) и отдельно стоящие деловые (9,8 %). В смешанных биогруппах на ПП С9 преобладают биогруппы из 4 деревьев (32,1 %) с 3 деловыми (14,8 %), а на ПП С10 – из 3 деревьев (18,0 %) с 2 деловыми (9,0 %) и из 4 деревьев (18,0 %) с 2 деловыми (15,0 %).

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что тип горизонтального расположения деревьев в исследуемых древостоях сосны обыкновенной характеризуется как биогрупповой. С возрастом происходит увеличение расстояний между деревьями в биогруппах, их укрупнение и увеличение количества деревьев в них.

2. В типах лесорастительных условий $B_2$ и $B_3$ наблюдается большее, по сравнению с $C_3$, расстояние между деревьями. Во всех исследуемых типах лесорастительных условий количество отдельно стоящих деловых деревьев с возрастом уменьшается.

В типе лесорастительных условий $C_3$ для обоих исследуемых типов леса происходит уменьшение как общей доли чистых сосновых биогрупп в составе древостоя, так и количества деловых деревьев в них. По общему запасу древесины и доле деловых деревьев сосняки во влажном грабово-дубово-сосновом сугруде превосходят дубово-сосновые биогруппы.

3. С увеличением возраста уменьшается количество чистых сосновых биогрупп, тем самым увеличивается количество смешанных биогрупп и групп вообще без участия деревьев сосны обыкновенной. Товарная структура сосновых древостоев в исследуемых типах леса существенно зависит от доли главной и сопутствующих пород в составе древостоя. Суммарная часть лиственных пород (дуба, граба и березы) в пределах 1,0-2,0 единицы приводит к увеличению доли деловых деревьев. В смешанных биогруппах отмечено большее количество деловых деревьев, чем в чисто сосновых лесах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БОЙКО, С.В., СЕНЬКО, С.В., ТАРНОПІЛЬСЬКА, О.М. (2011). Горизонтальна структура природних соснових деревостанів різного віку. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 21.4, с. 33-39. ISBN 5-7763-2435-1.

2. ГОРОШКО, М.П., ГРИНИК, Г.Г., ПОРТАХ, С.В. (2011). Взаємозв'язок між товарною структурою та горизонтальною будовою ялицевих лісостанів Українських Карпат. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 21.17, с. 27-33. ISBN 5-7763-2435-1.

3. ГРОМЯК, О.Ю., ГРИНИК, Г.Г., ЯРОШ, М.І. (2013). Дослідження особливостей морфолого-таксаційної будови соснових деревостанів у суборових умовах. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 23.1, с. 84-89. ISBN 5-7763-2435-1.

4. МАНОЙЛО, В.О. (2011). Особливості розміщення дерев у різновікових природних сосняках після лісовідновного рубання вибірковим способом. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 21.17, с. 49-55. ISBN 5-7763-2435-1.

5. СОУ 02.02-37-476:2006 Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання: [Чинний від 2007-05-01]. Київ : Мінагрополітики України. 32 с.

6. СЕКРЕТЕНКО, О.П. (1985). Метод анализа пространственной структуры древостоев. В: Исследование структуры лесонасаждений. Красноярск, с. 88-101.

7. ШУКЕЛЬ, І.В., ГРИНИК, Г.Г., МИХАЙЛЮК, В.М. (2005). Просторова структура умовно-корінних соснових насаджень західного Полісся. У: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 15.4, с. 83-89. ISBN 5-7763-2435-1.

8. DIGGLE, P.J. (1983). The statistical analysis of spatial point patterns. London: Academic Press. 148 p.

Data prezentării articolului: 29.09.2014
Data acceptării articolului: 23.09.2015

CZU 621.74

# DETERMINAREA DISTRIBUŢIEI TEMPERATURII ÎN STRATURILE COMPENSATOARE DE UZURĂ A PIESELOR RECONDIŢIONATE CU MATERIALE COMPOZITE POLIMERICE

***Dumitru ŞEREMET, Grigore MARIAN***
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** The main purpose of this work was to determine the distribution of thermal field in coatings made of composite materials which are applied as a compensating wear layer to recondition machine parts. The proposed purpose is reflected in some objectives, and namely: to obtain a field of axially symmetric temperatures, which is distributed over the layer of composite materials; to validate the results by addressing the limit problem by means of direct integration and Green's functions methods. The authors proposed a methodology to calculate the temperature in different layers of the polymer coating as well as the result of mathematical modeling and theoretical analysis. There have been developed analytical expressions and graphs of both Green's function and temperature field for the problem of an axially symmetric limit of thermal conductivity. The graphical presentation has been developed by means of "Maple 15" software. The obtained data will be used for engineering design calculations and selection of clamping fits renovated with the use of polymer composites.

**Keywords:** Clamping fit; Polymeric coatings; Temperature field; Direct integration method; Green's function method; Axially symmetric problem.

**Rezumat.** Scopul principal al acestei lucrări este stabilirea distribuţiei câmpului termic în acoperirile din materiale compozite aplicate în calitate de strat compensator de uzură la recondiţionarea pieselor de maşini. Realizarea scopului propus şi-a găsit oglindire în câteva obiective şi anume: obţinerea câmpului de temperaturi axial simetrice, repartizat pe grosimea stratului de material compozit; validarea rezultatelor obţinute prin rezolvarea problemei de limită prin metoda integrării directe şi prin metoda funcţiilor Green. În rezultatul modelării matematice şi analizei teoretice se propune metodica de calcul al temperaturii în diferite straturi ale acoperirii polimerice. Au fost construite expresiile analitice şi graficele atât ale funcţiei Green, cât şi ale câmpului de temperatură pentru problema de limită axial simetrică a conductibilităţii termice. Prezentarea grafică a fost realizată cu aplicarea softului Maple 15. Datele obţinute vor fi folosite în calculele inginereşti de proiectare şi alegere a ajustajelor cu strângere renovate cu materiale compozite polimerice.

**Cuvinte-cheie:** Ajustaj cu stranger; Acoperiri polimerice; Câmp de temperatură; Metoda integrării directe; Metoda funcţiei Green; Problema axial simetrică.

## INTRODUCERE

Studierea distribuţiei câmpului de temperaturi pe grosimea acoperirilor polimerice este extrem de importantă pentru calculul corect al valorilor ajustajelor îmbinărilor metalopolimerice cu strângere. Articolul urmăreşte scopul de a stabili caracterul distribuţiei câmpului termic în acoperirile din materiale compozite aplicate în calitate de strat compensator de uzură la recondiţionarea pieselor de maşini prin metoda dimensiunilor nominale. Importanţa şi actualitatea studiului sunt justificate de rolul preciziei calculului ajustajelor cu strângere în asigurarea durabilităţii şi disponibilităţii îmbinărilor cu strângere recondiţionate cu materiale compozite. În baza analizei datelor din literatura de specialitate (Kartašov, E.M. 2001; Marian, G. 2005; Melnikov, Yu. 1995; Nowacki, W. 2005) şi a modelărilor matematice proprii a fost formulată o metodică de calcul al temperaturii în diferite straturi ale acoperirilor polimerice. Metodica se bazează pe folosirea funcţiilor Green, care posedă un şir de avantaje faţă de metodele tradiţionale folosite în astfel de calcule. Expresiile analitice şi graficele pentru cazurile analizate au fost construite cu ajutorul softului Maple 15. Datele obţinute vor fi folosite în calculele ce ţin de stabilirea carterului şi valorilor deplasărilor şi tensiunilor interioare în diferite straturi ale acoperirilor de pe piesele recondiţionate cu compozite polimerice. Acest lucru, în final, va contribui la sporirea preciziei calculului ajustajelor cu strângere şi, implicit, la sporirea fiabilităţii îmbinărilor respective.

## MATERIAL ŞI METODĂ

Modelele matematice pentru câmpul de temperaturi formate în interiorul acoperirilor de polimer au fost formulate cu ajutorul funcţiilor Green. Pentru prezentarea grafică a funcţiei Green şi a temperaturilor în diferite straturi ale acoperirilor din materiale compozite polimerice, în funcţie de locul stratului de

polimer unde este necesar să se estimeze valoarea temperaturii, a fost folosit softul Maple 15. Cu ajutorul acestuia pot fi construite grafice pentru diferite condiţii de exploatare. Pentru exemplificare se prezintă graficele deplasărilor şi tensiunilor pentru un caz concret de îmbinare a cărei piesă cuprinzătoare este recondiţionată prin compensarea uzurii cu materiale compozite formate pe bază de polimeri. Pentru validarea rezultatelor obţinute, expresiile analitice s-au determinat prin două metode: metoda integrării directe şi metoda funcţiilor Green.

## REZULTATE ŞI DISCUŢII

**I. Formularea matematică a problemei Dirichlet de determinare a temperaturii axial simetrice în cilindrul cu pereţii groşi**

Pentru determinarea temperaturii $T(r)$ în stratul circular $V \equiv (r_1 \le r \le r_2, 0 \le \varphi \le 2\pi)$ este necesar să se rezolve următoarea ecuaţie diferenţială:

$$\frac{d^2T(r)}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dT(r)}{dr} = -\frac{S(r)}{a} \quad (1),$$

cu anumite condiţii de limită pentru $T(r)$ (în această lucrare se vor studia condiţiile de limită de tip Dirichlet). În ecuaţia (1), $S(r)$ şi $a$ sunt, respectiv, sursa de căldură şi conductibilitatea termică. Vom prezenta două metode de rezolvare a acestei ecuaţii: *Metoda integrării directe* şi *Metoda funcţiei Green*.

**II. Metoda integrării directe**

Soluţia generală a ecuaţiei diferenţiale neomogene (1) se obţine ca suma soluţiei generale a ecuaţiei omogene $S = 0$ şi a soluţiei particulare a ecuaţiei neomogene $S \neq 0$ (Melnikov, Yu. 1995):

$$T(r) = T_{go}(r) + T_p(r) \quad (2a)$$

Soluţia generală a ecuaţiei (1) omogenă se determină după formula

$$T_{go}(r) = C_1 \ln r + C_2 \quad (2b),$$

unde $r$ şi 1 sunt două soluţii particulare linear independente, iar $C_1$ şi $C_2$ sunt constante arbitrare de integrare. În cazul unei surse constante de căldură $S(r) = S = const$

$$T_p(r) = -\frac{S}{4a}r^2 \quad (3)$$

Remarcăm că această soluţie poate fi obţinută în baza soluţiei (2b) considerând $C_1$ şi $C_2$ funcţii de raza $r$, cu aplicarea metodei variaţiei constantelor de integrare, care însă implică un volum mare de muncă. Această metodă trebuie repetată pentru fiecare funcţie concretă $S(r)$.

În cazul când $S(r) = S = const$, substituind (3) şi (2b) în (2a) obţinem următoarea expresie finală generală pentru temperatură:

$$T(r) = C_1 \ln r + C_2 - \frac{1}{4}a^{-1}Sr^2 \quad (4),$$

în care constantele arbitrare de integrare $C_1$ şi $C_2$ se vor determina din condiţiile termice de limită pe conturele $\Gamma_1 \equiv (r = r_1, 0 \le \varphi \le 2\pi)$ şi $\Gamma_2 \equiv (r = r_2, 0 \le \varphi \le 2\pi)$.

În cazul problemei de limită Dirichlet, aceste condiţii se vor formula astfel:

$$T(r = r_1) = T_1;\ T(r = r_2) = T_2 \quad (5)$$

Coeficienţii arbitrari de integrare $C_1$ şi $C_2$ din soluţia (4) se vor determina din condiţiile de limită (5). Introducem (4) în (5) şi obţinem următorul sistem de ecuaţii:

$$\begin{cases} C_1 \ln r_1 + C_2 = \frac{1}{4}a^{-1}Sr_1^2 + T_1 \\ C_1 \ln r_2 + C_2 = \frac{1}{4}a^{-1}Sr_2^2 + T_2 \end{cases} \quad (6)$$

Soluţia sistemului (6) o obţinem cu aplicarea metodei lui Kramer:

determinantul principal se calculează prin relaţia:

$$D = \begin{vmatrix} ln\, r_1 & 1 \\ ln\, r_2 & 1 \end{vmatrix} = ln \frac{r_1}{r_2}. \tag{7}$$

iar determinanţii secundari – prin următoarea formulă:

$$D_1 = \begin{vmatrix} \frac{1}{4} a^{-1} S r_1^2 + T_1 & 1 \\ \frac{1}{4} a^{-1} S r_2^2 + T_2 & 1 \end{vmatrix} = \frac{1}{4} a^{-1} S \left( r_1^2 - r_2^2 \right) + \left( T_1 - T_2 \right). \tag{8}$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} ln\, r_1 & \frac{1}{4} a^{-1} S r_1^2 + T_1 \\ ln\, r_2 & \frac{1}{4} a^{-1} S r_2^2 + T_2 \end{vmatrix} = \frac{1}{4} a^{-1} S \left( r_2^2\, ln\, r_1 - r_1^2\, ln\, r_2 \right) + \left( T_2\, ln\, r_1 - T_1\, ln\, r_2 \right). \tag{9}$$

Coeficienţii sunt

$$C_1 = \frac{D_1}{D} = \left[ \frac{1}{4} a^{-1} S \left( r_1^2 - r_2^2 \right) + \left( T_1 - T_2 \right) \right] \left( ln \frac{r_1}{r_2} \right)^{-1} \tag{10}$$

$$C_2 = \frac{D_2}{D} = \left[ \frac{1}{4} a^{-1} S \left( r_2^2\, ln\, r_1 - r_1^2\, ln\, r_2 \right) + \left( T_2\, ln\, r_1 - T_1\, ln\, r_2 \right) \right] \left( ln \frac{r_1}{r_2} \right)^{-1} \tag{11}$$

Substituind (10) şi (11) în (4) obţinem soluţia finală în următoarea formă:

$$T(r) = \left( ln \frac{r_1}{r_2} \right)^{-1} \left[ \frac{1}{4} a^{-1} S \left( \left( r_1^2 - r_2^2 \right) ln\, r + \left( r_2^2\, ln\, r_1 - r_1^2\, ln\, r_2 \right) - \left( ln \frac{r_1}{r_2} \right) r^2 \right) + T_1\, ln \frac{r}{r_2} - T_2\, ln \frac{r}{r_1} \right] \tag{12}$$

**III. Metoda funcţiei Green**

Această metodă a fost aplicată la calculul stării de deformaţii şi tensiuni la piesele recondiţionate cu straturi compensatoare de uzură (Şeremet, V. et al. 2004) şi la calculul ajustajelor restabilite cu compozite polimerice (Şeremet, V. et al. 2005). În această lucrare, metoda funcţiei Green se aplică la determinarea câmpului de temperaturi în acoperirile polimerice necesar pentru calculul deplasărilor termoelastice şi tensiunilor termice.

**IV. Construirea funcţiei Green pentru ecuaţia (1)**

Ecuaţia diferenţială pentru construirea funcţiei Green a ecuaţiei (1) se va prezenta astfel:

$$2\pi r \left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) G_T(r, \rho) = -\delta(r - \rho) \tag{13},$$

unde $G_T(r, \rho)$ este funcţia Green, $\delta(r - \rho)$ - funcţia Dirac. Pentru construirea funcţiei Green vom folosi algoritmul expus în monografia lui Yu. Melnikov (1995). Deoarece soluţia ecuaţiei omogene (1) se scrie sub forma (2b), funcţia Green pentru ecuaţia (13) o vom prezenta în felul următor:

$$G_T = \begin{cases} G_T^s = c_1 + c_2\, ln\, r;\ r_1 \le r \le \rho \\ G_T^d = k_1 + k_2\, ln\, r;\ \rho \le r \le r_2 \end{cases} \tag{14}$$

unde $G_T^s$, $G_T^d$ sunt expresiile funcţiei Green pentru zonele din stânga şi dreapta raportate la punctul de aplicare $\rho$ a sursei unitare de căldură - $\delta(r - \rho)$. Conform acestui algoritm, condiţiile de conjugare a funcţiei Green (14) pot fi calculate astfel:

$$G_T^s(r = \rho) = G_T^d(r = \rho) \tag{15a}$$

$$\frac{d}{dr} G_T^s(r = \rho) - \frac{d}{dr} G_T^d(r = \rho) = \frac{1}{2\pi\rho} \tag{15b}$$

Substituind expresiile (14) în (15a), (15b) vom obţine următorul sistem de ecuaţii:

$$\begin{cases} c_1 - k_1 = -(c_2 - k_2) ln\,\rho \\ (c_2 - k_2)\dfrac{1}{\rho} = \dfrac{1}{2\pi\rho} \end{cases} \tag{16}$$

Soluţia sistemului (16) este:

$$k_1 = c_1 + \frac{1}{2\pi} ln\,\rho\,;\ k_2 = c_2 - \frac{1}{2\pi} \tag{17}$$

Introducem (17) în (14) şi obţinem expresia generală pentru funcţia Green sub următoarea formă:

$$G_T = \begin{cases} G_T^s = c_1 + c_2\, ln\, r;\ r_1 \le r \le \rho \\ G_T^d = G_T^s - \dfrac{1}{2\pi} ln\dfrac{r}{\rho};\ \rho \le r \le r_2 \end{cases} \tag{18},$$

unde constantele arbitrare de integrare $c_1, c_2$ se vor determina din diverse condiţii de limită pe contururile $r = r_1$ şi $r = r_2$. Condiţiile de limită de tip Dirichlet se scriu în felul următor:

$$G_T^s(r = r_1) = 0;\quad G_T^d(r = r_2) = 0 \tag{19}$$

Substituind expresiile (18) în (19) obţinem sistemul de ecuaţii:

$$\begin{cases} c_1 + c_2\, ln\, r_1 = 0 \\ c_1 + c_2\, ln\, r_2 = \dfrac{1}{2\pi} ln\dfrac{r_2}{\rho} \end{cases} \tag{20}.$$

Folosind metoda lui Cramer expusă mai sus, obţinem constantele:

$$c_1 = \frac{1}{2\pi}\left(ln\frac{r_1}{r_2}\right)^{-1} ln\frac{r_2}{\rho} ln\, r_1 \text{ şi } c_2 = -\frac{1}{2\pi}\left(ln\frac{r_1}{r_2}\right)^{-1} ln\frac{r_2}{\rho} \tag{21}$$

Substituind (21) în (18), obţinem expresia finală pentru funcţia Green sub două forme:

$$G_T = \begin{Bmatrix} G_T^s \\ G_T^d \end{Bmatrix} = -\frac{1}{2\pi}\left(ln\frac{r_1}{r_2}\right)^{-1} \begin{cases} ln\dfrac{r_2}{\rho} ln\dfrac{r}{r_1};\ r_1 \le r \le \rho \\ ln\dfrac{r_2}{\rho} ln\dfrac{r}{r_1} + ln\dfrac{r}{\rho} ln\dfrac{r_1}{r_2};\ \rho \le r \le r_2 \end{cases} \tag{22a) sau}$$

$$G_T = \begin{Bmatrix} G_T^s \\ G_T^d \end{Bmatrix} = -\frac{1}{2\pi}\left(ln\frac{r_1}{r_2}\right)^{-1} \begin{cases} ln\dfrac{r_2}{\rho} ln\dfrac{r}{r_1};\ r_1 \le r \le \rho \\ ln\dfrac{r_2}{r} ln\dfrac{\rho}{r_1};\ \rho \le r \le r_2 \end{cases}. \tag{22b).}$$

**1. Formule integrale pentru temperatura** $T(r)$

Folosind funcţia Green (22a) sau (22b) se poate obţine soluţia problemei de limită (1) şi (5) sub formă de integrale:

Formula generală

$$T(r) = \int_V \frac{S(\rho)}{a} G_T(r,\rho)\, dV - \int_{\Gamma_1} T_1 \frac{dG_T(r,\rho)}{dn_\rho}\bigg|_{\rho = r_1} d\Gamma_1 - \int_{\Gamma_2} T_2 \frac{dG_T(r,\rho)}{dn_\rho}\bigg|_{\rho = r_2} d\Gamma_2 \tag{23a)}$$

care reprezintă un caz particular (problema de o singură dimensiune) a formulei integrale a problemei tridimensionale (Kartašov, E.M. 2001).

Deoarece în (23a) $dV = \rho d\varphi d\rho$, $d\Gamma_1 = r_1 d\varphi$, $d\Gamma_2 = r_2 d\varphi$ obţinem

$$T(r) = \frac{1}{a}\int_{r_1}^{r_2}\int_0^{2\pi} S(\rho) G_T(r,\rho)\rho d\rho d\varphi - T_1 \int_0^{2\pi} \frac{dG_T(r,\rho)}{dn_\rho}\bigg|_{\rho = r_1} r_1 d\varphi - T_2 \int_0^{2\pi} \frac{dG_T(r,\rho)}{dn_\rho}\bigg|_{\rho = r_2} r_2 d\varphi \tag{23b)}$$

Dacă în (23b) considerăm $S(\rho)=S=const$ şi calculăm integralele pe $d\varphi$, se obţin formulele particulare pentru T(r).

**V. Formule particulare**

În funcţie de expresiile identice ale funcţiei Green folosite – (22a) sau (22b) –, formula generală (23b) se va scrie în două forme:

b1. Formula particulară în care se foloseşte expresia (22a) a funcţiei Green:

$$T(r)=\frac{2\pi}{a}S\int_{r_1}^{r_2}G_T^s(r,\rho)\rho d\rho+\frac{2\pi}{a}S\int_{r_1}^{r}\overline{G_T}(r,\rho)\rho d\rho+F(r) \qquad (24a), \text{ unde}$$

$$\overline{G_T}(r,\rho)=-\frac{1}{2\pi}\left(ln\frac{r_1}{r_2}\right)^{-1}ln\frac{r}{\rho}ln\frac{r_1}{r_2}; \qquad (24b)$$

$$F(r)=2\pi\left[T_1r_1\frac{dG_T^d(r,\rho)}{d\rho}\bigg|_{\rho=r_1}-T_2r_2\frac{dG_T^s(r,\rho)}{d\rho}\bigg|_{\rho=r_2}\right] \qquad (24c)$$

b2. Formula particulară în care se foloseşte expresia (22b) a funcţiei Green:

$$T(r)=\frac{2\pi}{a}S\left[\int_{r_1}^{r}G_T^d(r,\rho)\rho d\rho+\int_{r}^{r_2}G_T^s(r,\rho)\rho d\rho\right]+F(r) \qquad (24d).$$

Calculând integralele (24a) - (24d) obţinute prin substituţia respectivă a expresiilor (22a) şi (22b) pentru funcţia Green, ne putem convinge că expresiile pentru temperatura $T(r)$, obţinute prin metoda funcţiei Green, coincid cu expresia (12) obţinută prin metoda integrării directe.

Folosind softul Maple 15 a fost construit graficul funcţiei Green $G_T$ din expresiile identice (22a) şi (22b) la următoarele valori ale mărimilor: $r_1=0.1m$, $r_2=0.3m$. De asemenea, a fost construit graficul temperaturii *T(r)* din formula (12) la următoarele valori ale constantelor: conductibilitatea termică - $a=0.2(W/mK)$ (pentru polimerul Polypropylene), sursa de căldură - $S=10(W/m^3)$, şi ale mărimilor: $r_1=0.1m$, $r_2=0.3m$, $T_1=25K$ şi $T_2=50K$. Ambele grafice sunt prezentate în figura 1.

Din figura *1a* putem conclude că condiţiile de limită (19) şi de conjugare (15a) şi (15b) sunt satisfăcute. Din figura *1b* se observă că condiţiile de limită (5), de asemenea, sunt satisfăcute.

Modelul matematic (12) poate fi aplicat pentru câmpul de temperaturi generate în grosimea acoperirilor polimerice din îmbinările cu strângere atât la rezolvarea problemelor de conductibilitate

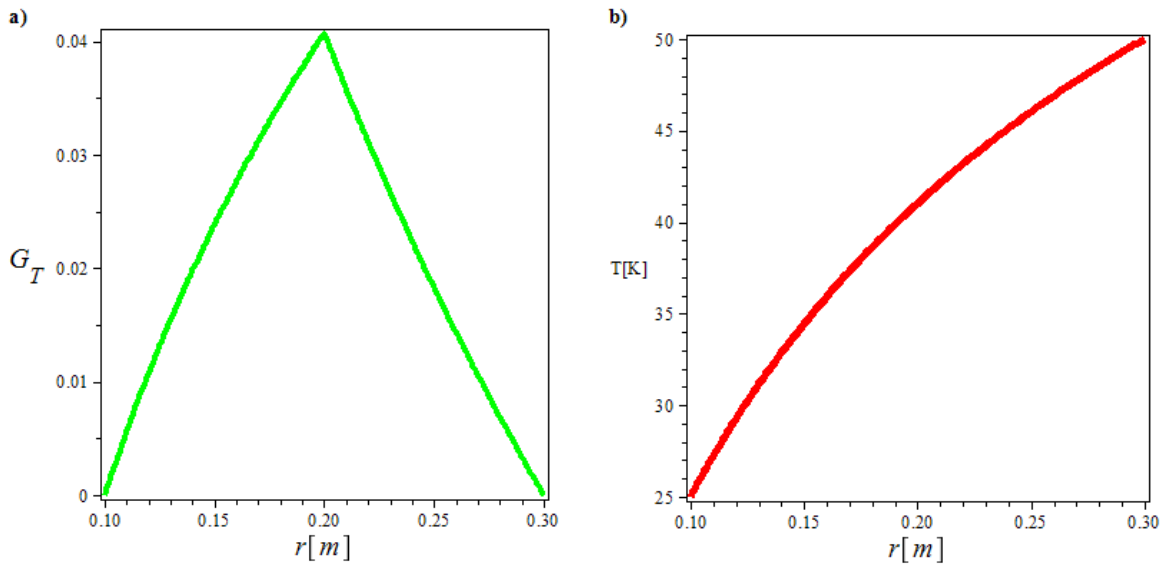



**Figura 1.** *Graficul funcţiei Green $G_T$ (a) şi graficul temperaturii T (b)*

termică, cât şi a celor de termoelasticitate, deplasare şi tensiuni, care sunt necesare pentru calculul ajustajelor îmbinărilor cu stângere renovate cu materiale compozite polimerice.

## CONCLUZII

1. Rezultatele obţinute prin metoda integrării directe şi prin metoda funcţiei Green pentru temperatura *T(r)* coincid şi se scriu sub forma analitică (12).

2. Comparând rezultatele obţinute în soluţia finală cu privire la calculul câmpului de temperaturi (12) prin metoda integrării şi metoda Green, constatăm că mai avantajoasă este totuşi metoda Green, lucru ce este argumentat de faptul că, pentru orice funcţie *S(r)*, prin metoda funcţiei Green se calculează integrala respectivă, iar prin metoda integrării directe soluţiile particulare a ecuaţiei (1) necesită repetarea procedurii anevoioase a metodei variaţiei constantelor de integrare.

3. Rezultatele obţinute pentru câmpul de temperatură (12) reprezintă o parte componentă a cercetărilor ce vizează calculul ajustajelor cu strângere renovate prin compensarea uzurii prin aplicarea straturilor de materiale compozite polimerice.

## REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

1. KARTAŠOV, E.M. (2001). Analitičeskie metody v teorii teploprovodnosti tverdyh tel. Moskva: Vyssâa škola. 553 p. ISBN 5-06-004091-7.

2. MARIAN, Gr. (2005). Contribuţii teoretico-experimentale la studiul fiabilităţii pieselor şi îmbinărilor utilajului agricol recondiţionate cu compozite pe bază de polimeri: tz. doct. habilitat în şt. tehnice. Chişinău. 252 p.

3. MELNIKOV, Yu. (1995). Green's Functions in Applied Mechanics. Southampton: Computational Mechanics Publications. 267 p. ISBN 1-85312-387-0.

4. NOWACKI, W. (1983). Thermoelasticity. California: Pergamon Press. 566 p. ISBN 978-0080-247-67-0.

5. ŞEREMET, V., MARIAN, G. (2005). Aplicarea funcţiilor Green la calculul ajustajelor restabilite cu compozite polimerice. In: Lucrări şt., Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 13: Inginerie agrară, pp. 72-79. ISBN 9975-64-024-9.

6. ŞEREMET, V., MARIAN, G. (2004). Contrbuţii privind aplicarea funcţiilor Green la calculul stării de deformaţii şi tensiuni a pieselor recondiţionate cu straturi compensatoare de uzură. In: Lucrări şt., Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 12, pp. 65-71. ISBN 9975-9855-7-2.

Data prezentării articolului: 30.09.2015
Data acceptării articolului: 30.10.2015

УДК 631.171.1

# РАЗРАБОТКА И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

***Л.Ф. ВОЛКОНОВИЧ[1], М.Г. КУШНИР[1], А.Л. ВОЛКОНОВИЧ[1], О.Г. СТЕОПКА[1], В.Е. СЛИПЕНКИ[2], И.И. КИРИЯК[1], А.Г. ПОПА[1]***

*[1]Государственный аграрный университет Молдовы*

*[2]Академия транспорта, информатики и коммуникаций*

**Abstract.** The authors have developed and systematized electrical equipment control algorithms of milk processing energy-efficient lines in this article. Control objects were divided into standard sections, electrical equipment was divided into functional units. We have also developed verbal control algorithms and status tables; control algorithms have been formalized too. We have received 51 minimized control algorithms, of which 30 are the main and 21 are auxiliary; there has been also found out that the electrical equipment system of energy-efficient lines may be formed of 17 unified sub-units by their multiple use in various low-voltage electrical switchboards.

**Keywords:** Energy-efficient lines; Milk processing; Electrical equipment; Control algorithms; Verbal algorithms; Status tables; Unified sub-units; Low-voltage electrical switchboards.

**Реферат.** В статье разработаны и систематизированы алгоритмы управления электрооборудованием энергосберегающих технологических линий обработки молока. Для этого объекты управления были разделены на типовые участки, а электрооборудование на функциональные узлы. Составлены словесные алгоритмы управления, таблицы состояний, а также формализованы алгоритмы управления. Получен 51 минимизированный алгоритм управления, из которых 30 основных и 21 вспомогательный, а также установлено, что система электрооборудования энергосберегающих технологических линий может формироваться из 17 унифицированных субблоков, путем многократного их применения в различных низковольтных комплектных устройствах НКУ.

**Ключевые слова:** Энергосберегающие технологические линии; Обработка молока; Электрооборудование; Алгоритмы управления; Словесные алгоритмы; Таблицы состояний; Унифицированные субблоки; Низковольтные комплектные устройства.

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с анализом технологических схем рассматриваемых линий, обоснованного комплекса контролируемых и регулируемых параметров, синтез алгоритмов управления звеньями линий и их исполнительными механизмами проводится для оборудования типовых участков, выполняющих следующие технологические операции: выведение молока из-под вакуума; прием, учет и перекачка молока на обработку; охлаждение молока; выработка и аккумулирование холода; хранение молока; учет и выдача молока с фермы; нагрев воды, идущей на технологические нужды фермы; промывка молочного оборудования.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Построение блочной унифицированной системы электрооборудования СЭ линий выполняется аналитическими методами синтеза с формализованной записью структурных формул алгоритмов управления исполнительными механизмами звеньев рассматриваемых восьми участков (Волконович, Л., Мусин, А., Волконович, А. и др. 2007). Объектом исследования по разработанной методике является автоматизированная энергосберегающая технологическая линия обработки молока с использованием естественного холода.

Синтез алгоритмов управления рассматривается на примере типового участка выработки холода, представляющего наибольший интерес с точки зрения выбора режимов работы холодильной установки, в том числе подзарядной, и аккумулятора естественного и искусственного холода (АЕХ); прослеживается их функционирование в процессе охлаждения молока в зависимости от температуры наружного воздуха и времени года, влияющих на режим аккумуляции холода между дойками.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Система охлаждения молока на технологической линии обработки молока имеет три основных режима работы.

Холодное время года. Холодильная установка не функционирует. Охлаждение молока осуществляется при помощи АЕХ, соединенного трубопроводной системой и насосом хладоносителя с проточным охладителем и испарителем холодильной установки. АЕХ функционирует в двух основных режимах в зависимости от температуры окружающего воздуха:

при температурах, близких к 0°С, $0 < t°_{0} < 3$°С;

при температурах ниже 0°С, $t°_{0} < 0$°С.

Переходное время года. Молоко охлаждается при помощи холодильной установки и АЕХ. Из АЕХ насосом хладоносителя *Yx* холодная вода подается в проточный охладитель через испаритель холодильной установки (емкость с испарителем). При превышении температуры хладоносителя $t°_{B2} > 3$°С по сигналу датчика температуры *dtx* должны включаться электродвигатели насоса системы охлаждения конденсатора *Yo* и компрессора *Yк* для доохлаждения хладоносителя до $t°_{B2} = 0$°С.

Теплое время года. Молоко охлаждается искусственным холодом, вырабатываемым холодильной установкой типа АВ-30 или поздарядной – типа ТХУ-14 или АВ-10. В работе холодильной установки участвуют электродвигатели насоса хладоносителя, насоса системы охлаждения конденсатора, компрессор и вентиляторы градирни. Включение электродвигателей должно производится только при включении электродвигателя молочного насоса *Yм*, подающего молоко в проточный охладитель. Включение электродвигателя насоса системы охлаждения конденсатора *Yo*, а затем компрессора *Yк* должно осуществляться только при температуре хладоносителя $t°_{B2} > 3$°С. Отключению электродвигателя компрессора *Yк* должно предшествовать отключение электродвигателя насоса оборотной воды системы охлаждения конденсатора **Yo**, которое происходит при температуре хладоносителя $t°_{B2} = 0$°С. Отклонение любого контролируемого параметра от заданных пределов должно вызывать отключение холодильной установки, при котором начинает действовать световая аварийная сигнализация *Ha*.

Составление словесных алгоритмов управления системой электрооборудования холодильной установки и аккумулятора естественного холода

Включение и отключение электродвигателя насоса хладоносителя *Yx* осуществляется в автоматическом и ручном режимах. В автоматическом режиме при наличии сигнала о работе молочного насоса *Yм=1* электродвигатель насоса хладоносителя должен быть включен *Yм=1,* если не поступили отключающие сигналы

с датчика давления нагнетания и всасывания хладоагента *dp=1* или

с датчика контроля смазки *ds=1***,** или

с аварийного блока (реле) *Pa=1*, или

с устройств защитного отключения электродвигателей насоса хладоносителя *mx=1*, насоса системы охлаждения конденсатора *mo=1*, компрессора *mк=1*.

Включению электродвигателя насоса хладоносителя должно предшествовать включение контролирующего аварийного реле *Pa =1*, а включению аварийного реле – промежуточного *Pn=1*. Аварийное реле должно осуществлять блокировку пусковой цепи *Pa=1*, исключая возможность повторного включения электродвигателя насоса хладоносителя *Yx* в аварийной ситуации при последующем замыкании контактов приборов защиты. В аварийной ситуации должна включаться световая сигнализация *Ha=1*.

Электродвигатель насоса системы охлаждения конденсатора следует включать *Yo=1* при наличии сигнала о работе электродвигателя насоса хладоносителя *Yx=1* и сигнала с датчика температуры хладоносителя *dtx=1*. Отключаться электродвигатель насоса должен при *Yx=0* или *dtx=0*.

Электродвигатель компрессора должен включаться *Yк=1* при наличии сигнала о работе электродвигателя насоса хладоносителя *Yx=1* и насоса системы охлаждения конденсатора *Yo=1*, отключаться при *Yx=0*, или *Yo=0*.

Составление таблиц состояний и формирование алгоритмов управления

Из условий работы и словесных алгоритмов управления холодильной установкой и АЕХ следует, что система автоматически выбирает режим охлаждения молока в зависимости от температуры хладоносителя и окружающего воздуха. В случае повышения температуры хладоносителя ($t°_{B2}$ > 4°С) включаются электродвигатели насоса системы охлаждения конденсатора *Yo=1* и компрессора *Yк=1*. Отключение всей установки должно осуществляться при отклонении от заданных допустимых пределов любого из контролируемых или регулируемых параметров компрессора или появлении одного из сигналов с устройств защитного отключения электродвигателей установки. Повторно без вмешательства обслуживающего персонала установка не включается. Следовательно, в управлении электродвигателем насоса хладоносителя участвуют девять основных сигналов ***(ум, dp, ds, tк, mx, mo, mк, Pn, Pa)***. Для формализации алгоритма управления электродвигателем используются приемы сокращения входных сигналов путем объединения части из них в один эквивалентный. Сигналы с устройств защитного отключения электродвигателей насосов хладоносителя **mx**, насоса оборотной воды системы охлаждения конденсатора **mo**, компрессора **mк** целесоообразно объединить в один эквивалентный сигнал **m** и в дальнейшем учитывать его в виде конъюнкции в формализованном алгоритме управления

$$m = mx\ mo\ mк. \quad (1)$$

Из словесного алгоритма управления следует, что аварийное реле и сигнализация должны блокировать пусковую цепь, исключая возможность включения электродвигателя насоса хладоносителя *Yx=1* при последующем срабатывании защиты. Это позволяет объединить сигналы аварийного и промежуточного реле, которые подготавливают цепь включения электродвигателя. Данный сигнал целесообразно трансформировать в конъюнкцию, в дальнейшем он будет учтен

$$P = (pa+pn)\ pa. \quad (2)$$

Аналогичным образом в формализованном алгоритме управления будут учтены в виде конъюнкции сигналы автоматических выключателей *Sa* и переключателя режимов работы всей системы охлаждения *Sn.* В таблицах состояний (Табл. 1 и 2) указаны четыре входных сигнала *n = 4,* поэтому полный набор комбинаций переменных выходных сигналов равен *2n*[2] или *N = 16.*

Учитывая, что электродвигатель насоса хладоносителя *Yx* может включаться только при наличии сигнала о работе молочного насоса *Yм,* то сигнал *ум=0* можно не учитывать и тем самым сократить переборку всех возможных состояний и комбинаций значений входных сигналов и соответствующие им значения выходных. Искомая функция логического преобразования в общем виде представлена выражением (3)

$$Yx = Fofo + F_1f_1 + F_2f_2 + \ldots + F_{2-1}f_{2-1}, \quad (3)$$

Где *fi* – величина выходного сигнала при **i**–й комбинации значения входных сигналов, задаваемых таблицей состояний либо числовой формой записи.

**Таблица 1.** *Таблица состояний*

| | Значения сигналов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Такты | входных | | | | Выходных |
| | **ум** | **$d_p$** | **$d_s$** | **$t_k$** | **$Y_x$** |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

**Таблица 2.** *Номера и индекс СДНФ*

| Дизъюнктивый член | **ум dp tk ds** | **ум dp tk ds** | **ум dp tk ds** |
|---|---|---|---|
| Двоичный эквивалент | 1000 | 1010 | 1011 |
| Индекс | 1 | 11 | 111 |

В соответствии с таблицей состояний и выражением (3) формализованный алгоритм управления электродвигателем насоса хладоносителя *Yx*

*Yx = умdsdstk + умdpdstk + умdpdstk* (4)

является совершенной дизъюнктивной нормальной формой (СДНФ) логической функции, соответствующей таблице состояний.

После преобразования получаем искомую сокращенную дизъюнктивную нормальную форму

*Yx = ум dp tk + ум dp ds.* (5)

Используя закон дистрибутивности алгебры логики, получим тупиковую форму

*Yx = ум dp (tk + ds),* являющуюся в данном случае минимальной. (6)

Учитывая сигналы промежуточного аварийного реле *Pa = (pa+pn)* и защитного отключения *[m = mx mo mк]*, подготавливающих пусковую цепь **Рп** электродвигателя насоса хладоносителя *Yx*, а также сигнал *ум*, осуществляющий непосредственное его включение, и сигнал автоматического выключателя *Sa*, получим формализованный минимизированный алгоритм управления пусковой цепи

*F(Pn) = [(pa+ pn) dp (tk + ds) mx mo mк]Sa + Hpn.* (7)

С учетом наличия сигналов молочного насоса *хм* и аварийной блокировки *ра* минимизированный алгоритм управления электродвигателем насоса хладоносителя будет иметь окончательный вид

*F(Yx) = ум ра [(pa+ pn) dp (tk + ds) mx mo mк]Sa + Sx.* (8)

В соответствии с требованиями процесса охлаждения, при повышении температуры хладоносителя до 3...4°С датчик температуры хладоносителя *dtx=1* вызывает включение электродвигателей насоса системы охлаждения конденсатора *Yo* и компрессора холодильной установки *Yк*. Поэтому минимизированные алгоритмы управления будут иметь следующий вид:

*F(Yo) = dtx ум ра [(pa+ pn) dp (tk + ds) mx mo mк]Sa + So,* (9)

*F(Yк) = yo dtx ум ра [(pa+ pn) dp (tk + ds) mx mo mк]Sa + Sк* (10)

При отклонении параметров от требуемых аварийное реле в пусковой цепи осуществляет блокировку, исключая возможность повторного включения всей системы, и формирует аварийный сигнал *Ha = pn pa.*

Режим работы АЕХ определяется температурой окружающего воздуха $t°_o$ и хладоносителя $t°_x$. Переключение режимов работы и аккумуляция холода осуществляется при $t°_o < 4$°С работой насоса хладоносителя *Yx=1.* Поэтому управление функционированием АЕХ осуществляется по алгоритму

*F(Yaex) = yx (dtx + dto).* (11)

Для различных типов технологических линий используются в соответствии с технологией различные холодильные установки – с водяным и воздушным охлаждением конденсатора. Вентилятор градирни включается *Yг=1* при температуре воды на выходе из градирни более 23,5°С (Учеваткин, А. 2008) и отключается при достижении 7°С *Yг=0*

*F(Yг) =(дв1+дв2уг)dtхумра[(pa+ pn) dp (tk + ds) mx mo mк]Sa + Sк.* (12)

Минимизированные алгоритмы управления электродвигателями вентиляторов холодильных установок с воздушным охлаждением конденсатора формируются с учетом того обстоятельства, что включаются они одновременно с компрессором. Отключение первого вентилятора осуществляется одновременно с компрессором, а второй вентилятор отключается при снижении давления конденсации до требуемого значения. При этом температура воздуха на выходе конденсатора должна составлять 5...10°С (Краусп, В. 2010).

*F(Yв1) = $d_{tx} y_м p_a$ dtхумра[(pa+pn)dp(tk+ds)mx mk mв1]Sa + Sк.* (13)

*F(Yв2)= mв2увdtхумра[(pa+pn)dp(tk+ds)mx mk mг]Sa + Sв.* (14)

Аналогичным образом проведен логический синтез алгоритмов управления исполнительными механизмами звеньев остальных типовых участков рассматриваемых энергосберегающих технологических линий обработки молока. Структурные формулы минимизированных алгоритмов управления по типовым участкам будут иметь следующий вид.

***Выведение молока из-под вакуума и перекачка его на обработку*** (Мусин, А. 2010):

электропривод молочного насоса воздухоразделителя $F(Y_в)$

$F(Yв)=[ув\ Нв+тв\ (Кп+p_1+\ ph)]\ SaSn;$ (15)

контроль сигнала датчика верхнего уровня молока $P_1$

$P_1=(hв+p_1)p_2;$ (16)

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока $P_2$

$P_2=\ hн;$ (17)

контроль и усиление сигнала датчика аварийного уровня молока, звуковая и световая аварийная сигнализация *Ph, Ha*

$Ph\ =\ ha;\ Ha=\ ph.$ (18)

***Общий учет и перекачка молока на охлаждение*** $F(Y_м)$:

$F(Yм)=\ [ум\ Нм+тм\ (Кп+p_1+\ ph)]SaSn;$ (19)

контроль сигнала датчика верхнего уровня молока $P_1$

$P_1=\ (hв+\ p_1)\ p_2;$ (20)

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока $P_2$

$P_2=\ hн;$ (21)

контроль и усиление сигнала датчика аварийного уровня молока, звуковая и световая аварийная сигнализация *Ph, Ha*

$Ph=\ ha;Ha=\ ph;$ (22)

контроль и усиление сигнала датчика импульсов $P_d$

$Pd=\ yidi;$ (23)

управление микропроцессором, контроль и регулирование потока молока **F(Z)**

$F(Z)=\ Pd.$ (24)

Охлаждение молока:

электропривод очистительно–охладительным агрегатом *F(Yоч)*

$F(Yоч)=\ [уочНв+точКс(Кп+уоч)]SaSn;$ (25)

Выработка холода: холодильные установки АВ–30, АВ30–01, ТХУ:

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) *F(Pn1)*

$F(Pn1)=[(pa+pn)\ dp\ (tk+ds)\ mx\ mотктг]Sa+H\ pn;$ (26)

электропривод насоса хладоносителя *F(Yx)*

$F(Yx)=умра[(pa+pn)\ dp\ (tk+ds)\ mx\ mотктг]Sa+Sx;$ (27)

электропривод насоса системы охлаждения конденсатора *F(Yo)*

$F(Yo)=dtхумра[(pa+pn)dp(tk+ds)\ mx\ mотктг]Sa+So;$ (28)

электропривод компрессора *F(Yк)*

$F(Yк)=yodtхумра[(pa+pn)dp(tk+ds)mxmотктг]Sa+Sк;$ (29)

электропривод вентилятора градирни *F(Yг)*

$F(Yг)=(дв1+дв2уг)dtхумра[(pa+pn)dp(tk+ds)mxmотктг]Sa+Sк;$ (30)

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи *Pa*

$Pa=(pa+pn);$ (31)

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов $H_a$

$Ha=pn\ pa$ (32)

Выработка холода (Бусленко, Н. 2012): холодильные установки МВТ20–1(1), МВТ14–1, ТХУ-23:

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) *F(Pn)*

$F(Pn)=[(pa+pn)dpmxmктв1]Sa+\ H\ pn;$ (33)

электропривод насоса хладоносителя *F(Yx)*

$F(Yx)=умра[(pa+pn)dpmxmктв1]Sa+\ Sx;$ (34)

электропривод компрессора *F(Yк)*

*F(Yк)=dtxумра[(ра+рп)dртхтктв1]Sa+Sк;* (35)

электропривод первого вентилятора конденсатора *F(Yв1)*

*F(Yв1)=dtxумра[(ра+рп)dртхтктв1]Sa+Sк;* (36)

электропривод второго вентилятора конденсатора *F(Yв2)*

*F(Yв2)=тв2увdtxумра[(ра+рп)dртхтктв1]Sa+Sв2;* (37)

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи *Ра*

*Ра=(ра+рп);* (38)

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов *На*

*На=рпра* (39)

Выработка холода: холодильные установки УВ–10, УВ10–01, ОТ–10, ТХУ-14:

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) *F(Рп2)*

*F(Рп2)=[(ра+рп)dртхтктв1]Sa+Нрп;* (40)

электропривод насоса хладоносителя *F(Yх)*

*F(Yх)=умра[(ра+рп)dртхтктв1]Sa+Sх;* (41)

электропривод компрессора *F(Yк)*

*F(Yк)=dtxумра[(ра+рп)dртхтктв1]Sa+Sк;* (42)

электропривод вентилятора конденсатора *F(Yв1)*

*F(Yв1)=dtxумра[(ра+рп)dртхтктв1]Sa+Sк* (43)

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи *Ра*

*Ра=(ра+рп);* (44)

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов *На*

*На=рпра* (45)

Выработка холода: холодильная установка АВ14–1 (комплектуется для резервуаров охладителей молока РНО–1,6 и РНО–2,5):

защита, управление и контроль контролируемых и регулируемых параметров холодильной установки (управляющая цепь) *F(Рп3)*

*F(Рп3)=[(ра+рп)dртктв1]Sa+Нрп;* (46)

электропривод компрессора *F(Yк)*

*F(Yк)=dtxра[(ра+рп)dртктв1]Sa+Sк;* (47)

электропривод первого вентилятора конденсатора *F(Yв1)*

*F(Yв1)=dtxра[(ра+рп)dртктв1]Sa+Sк;* (48)

электропривод второго вентилятора конденсатора *F(Yв2)*

*F(Yв2)=тв2dв1dtxра[(ра+рп)dртктв1]Sa+Sв2*; (49)

формирование сигнала аварийного реле и блокировки пусковой цепи *Ра*

*Ра=(ра+рп);* (50)

формирование световой аварийной сигнализации при отклонении контролируемых и регулируемых параметров от заданных пределов *На*

*На=рпра.* (51)

Выработка и аккумуляция естественного и искусственного холода (АЕХ):

электропривод насоса хладоносителя в режиме охлаждения и аккумуляции естественного и искусственного холода *F(Yaex)*

*F(Yaex)=умра[(ра+рп) dртхтктв1]Sa+Sx;* (52)

*F(Yaex)=[yaexНв+maexKc(Кп+yaex)]SaexSn;* (53)

*F(Yaex)=yx(dtx+dto).* (54)

Хранение молока:

электропривод перемешивающего устройства резервуаров молока и контроль включения *F(Yп)*

*F(Yп)=[ynHn+mnTnSp]SaSn;* (55)

программное управление перемешивающим устройством $F(Y_п)$

$F(Yn)=рв,$ $Рв=(Тп+Тп)SaSn;$ (56)

контроль и усиление сигнала датчика верхнего (аварийного) и нижнего уровня молока, формирование звуковой и световой сигнализацией $F(Pa1)$

$F(Pa1)=hв,$ $Ha=pa1,$ (57)

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока $Ph$

$Ph=hн;$ (58)

контроль и усиление сигнала датчика температуры молока $Pt$

$Pt=dtм;$ (59)

формирование звуковой и световой сигнализации положения крышки люка $Pa$

$Pa=Sp,$ $Ha=pa.$ (60)

Нагрев воды на технологические нужды фермы:

электропривод нагревательного элемента водонагревателя и контроль включения $F(Y_R)$

$F(Y_R)=[y_R H_R+dвtpy]SaSn;$ (61)

контроль и усиление сигнала датчика температуры $Py$

$Py=dвt;$ (62)

контроль и усиление сигнала датчика нижнего (аварийного) и верхнего уровня молока, формирование звуковой и световой сигнализацией $Pa$

$Pa=hн,$ $Ha=pa,$ (63)

контроль и усиление сигнала датчика верхнего уровня $Ph$

$Ph=hв.$ (64)

Общий учет и выдача молока с фермы:

Общий учет и перекачка молока в молоковоз $F(Yм)$:

$F(Yм)=[умНм+Кс(Кп+ум)тмр_2]SaSn;$ (65)

контроль сигнала датчика нижнего уровня молока $P_2$

$P_2=hн;$ (66)

контроль и усиление сигнала датчика импульсов $Pd$

$Pd=yidi;$ (67)

управление микропроцессором, контроль и регулирование потока молока F(Z)

$F(Z)=Pd.$ (68)

Промывка молочного оборудования:

электропривод насоса установки для циркуляционной промывки молокопроводных систем $F(Yn)$

$F(Yn)=[упНп+Кс(Кп+уп)тп]\ SaSn;$ (69)

Полученные в результате проведенного синтеза формализованные минимизированные алгоритмы управления по всем типовым участкам и звеньям рассматриваемых линий позволяют провести их систематизацию, унификацию и формирование рационального набора типовых алгоритмов управления, являющихся основой для разработки системы унифицированных субблоков и осуществляющих полное функциональное обеспечение исполнительных механизмов с максимальным использованием элементов в них. Объединение алгоритмов управления осуществляется по критерию сходства, по принципу идентичности составляющих сигналов в структурных формулах и по виду оперативного управления. При этом предполагается, что сходство алгоритмов управления определит однотипный набор пускорегулирующей аппаратуры, так как параметрическое различие аппаратуры не отражается в алгоритмах управления и может быть учтено на последующих этапах. Задача сводится к установлению типовых алгоритмов управления, формированию на их основе унифицированных субблоков и определению вариантов унификации.

Методом логического синтеза был получен 51 минимизированный алгоритм управления, из которых 30 основных и 21 вспомогательный. Все они способствуют осуществлению функционального контроля и регулированию различных параметров.

Также установлено, что СЭ энергосберегающих технологических линий обработки молока может формироваться из многократного применяемых в различных НКУ 17 унифицированных субблоков.

## ВЫВОДЫ

Разработанный метод формирования типовых алгоритмов управления субблоками позволяет на основе унификации частных и обобщенных алгоритмов объединить их по критерию функционального сходства, по принципу идентичности составляющих сигналов в структурных формулах и по виду оперативного управления, с последующим формированием рационального набора типовых алгоритмов управления СЭ в целом. Это позволило при формировании СЭ типоразмерного ряда линий из 51 частного алгоритма управления получить 17 типовых и на их основе разработать комплект унифицированных субблоков, осуществляющих полное функциональное обеспечение исполнительных механизмов звеньев с максимальным использованием элементов и минимальной избыточностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВОЛКОНОВИЧ, Л., МУСИН, А., ВОЛКОНОВИЧ, А. и др. (2007). Автоматизация ресурсосберегающих технологических процессов в сельском хозяйстве. Кишинев. 341 с.

2. ВОЛКОНОВИЧ, Л. (1996). Разработка и исследование экологически чистой энергосберегающей системы естественного холода для охлаждения молока: Автореф. дис. ... д-ра хабилитат технических наук. Кишинёв: ГАУМ. 41 с.

3. МУСИН, А., МАРЬЯХИН, Ф., УЧЕВАТКИН, А. (2006). Структура системы электрооборудования технологических линий обработки молока. В: НТБ ВИЭСХ. Вып. 2 (54), с. 3-11.

4. УЧЕВАТКИН, А. (2008). Минимизация и оптимизация алгоритмов управления холодильных установок технологических линий обработки молока. В: Проблемы электрификации, автоматизации и теплоснабжения сельскохозяйственного производства: Тез. докл. Всесюзн. научн. конф. 25-27 ноября 2008, с. 109-110.

5. КРАУСП, В. (2010). Микропроцессорные системы управления машинами, агрегатами и технологическими комплексами в животноводстве. В: Комплексная механизация и автоматизация животноводства. Т. 63. Москва: ВИЭСХ, с. 44-50.

6. МУСИН, А. (2010). Автоматизированный электропривод технологических линий в животноводстве. В: Перспективы развития электрификации сельского хозяйства и электромеханизации животноводства. Т. 51. Москва: ВИЭСХ, с.39-46.

7. БУСЛЕНКО, Н. (2012). Моделирование сложных систем. Москва: Наука. 400 с.

Data prezentării articolului: 23.02.2015
Data acceptării articolului: 12.03.2015

УДК 631.363

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДРОБИЛКИ С ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКОЙ МАТЕРИАЛА

***[1] П.А. САВИНЫХ, [2] В.Н. НЕЧАЕВ, [2] С.Ю. БУЛАТОВ, [3] Б.Г. НАЗАР***

[1] ФГБНУ "*Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого", г. Киров, Россия*

*[2] ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Россия*

*[3] Государственный Аграрный Университет Молдовы*

**Abstract.** The article includes test results regarding the operation of a hammer crusher with pneumatic material handling. The main purpose of this article is to justify the possibility to reduce power inputs of the working process by optimizing design and technological parameters of the crusher, which ensures the production of a final output that meets zootechnical requirements for all the groups of farm animals. Investigations were carried out on barley grains of the Elf variety with an equivalent diameter of 4.21 mm and humidity of 13-14 %. There was implemented the Box-Behnkin design for three factors in order to describe their influence on optimization criteria from the mathematical point of view. The factors included rotational speed of the rotor-fan, the radius of blade curvature and the diameter of sieve openings. Optimization criteria included power inputs per unit, the grinding degree, the average size of grinded particles, the amount of whole grains, the dust fraction content and residues on a sieve with 3 mm holes. Based on experiment results, we have determined optimal performance indices of the crusher.

**Key words:** Hammer crusher; Curvature radius; Rotor-fan; Grain grinding.

**Реферат.** В статье представлены результаты экспериментальных исследований работы молотковой дробилки с пневматической загрузкой материала. Основная цель статьи заключается в обосновании возможного снижения энергозатрат рабочего процесса дробилки путем оптимизации ее конструктивно-технологических параметров, которые обеспечивают получение готового продукта, удовлетворяющего зоотехническим требованиям для всех групп сельскохозяйственных животных. Исследования проводились на зерне ячменя сорта «Эльф» с эквивалентным диаметром 4,21 мм, влажностью 13-14 %. Для математического описания влияния исследуемых факторов на критерии оптимизации реализован план Бокса-Бенкина для трех факторов. В качестве факторов выступили частота вращения ротора-вентилятора, радиус кривизны лопаток, диаметр отверстий решета. Критериями оптимизации выступили удельные энергозатраты, степень измельчения, средний размер измельченных частиц, количество целых зерен, содержание пылевидной фракции и остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм. По результатам эксперимента определены оптимальные показатели работы дробилки.

**Ключевые слова:** Молотковая дробилка; Радиус кривизны; Ротор-вентилятор; Измельчение зерна.

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из самых трудоемких процессов животноводства является кормоприготовление, а именно операции измельчения кормов, скармливаемых животным. Существенную долю в структуре кормовых рационов занимают концкорма, поэтому важную роль играет технология подготовки их к скармливанию.

В настоящее время наибольшее распространение получила технология производства комбикормов непосредственно в хозяйствах. Однако опыт эксплуатации дробилок комбикормовых агрегатов с пневматической загрузкой и выгрузкой исходных компонентов комбикорма выявил их существенные недостатки. Это, прежде всего, низкий КПД воздушного потока, невысокая пропускная способность и недостаточное качество получаемого продукта. В связи с этим у сельхозпроизводителя возникает множество проблем: снижение объемов производства и качества продукции, повышение затрат труда на производство кормов, снижение продуктивности животных, уменьшение рентабельности.

Несмотря на широкое распространение молотковых дробилок с пневматической загрузкой материала, их рабочий процесс недостаточно изучен, что обуславливает необходимость проведения исследований в данном направлении.

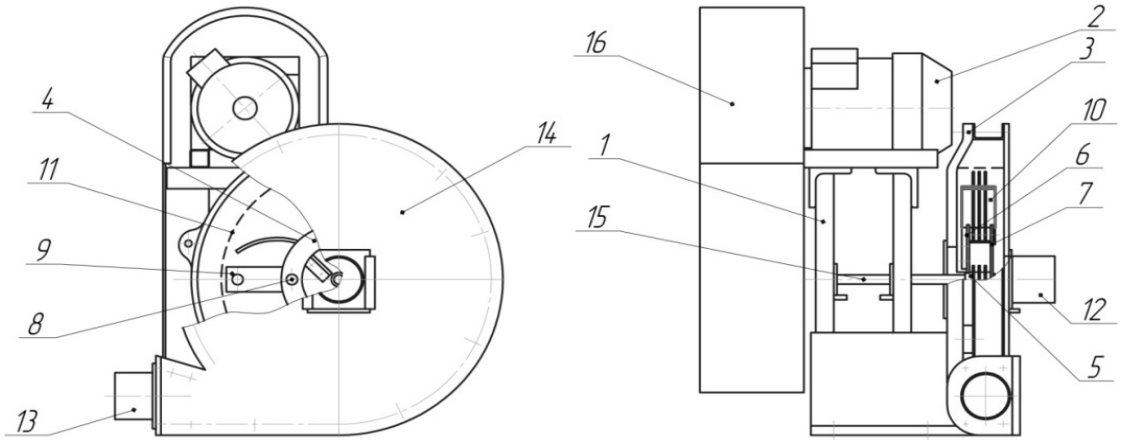
## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения процесса измельчения зерна изготовлена лабораторная установка, состоящая из дозатора, зерноприемника, двух материалопроводов, дробилки и осадителя (Рис. 1). Работа установки осуществляется следующим образом. Зерно из дозатора поступает в зерноприёмник и далее по гибкому пневмопроводу – на измельчение в дробилку с ротором-вентилятором. Измельчённый материал воздушным потоком транспортируется в осадитель по пневмопроводу. Регулирвание подачи осуществляется заслонкой по тарировочной таблице.

Молотковая дробилка (Рис. 2) состоит из рамы 1 с установленным на ней электродвигателем 2, корпуса 3, выполненного в форме архимедовой спирали, внутри которого смонтирован ротор-вентилятор 4 (Савиных, П.А., Булатов, С.Ю., Нечаев, В.Н. 2012).

**Рисунок 1**. *Общий вид лабораторной установки*

Ротор-вентилятор 4 выполнен в виде ступицы 5 с внутренним 6 и наружным 7 дисками, между которыми установлены оси подвеса 8, каждая с набором молотков 9. Наружный диск 7 представляет из себя кольцо, при этом конструкция дробилки позволяет при исследованиях устанавливать его с различными внутренними диаметрами. На внутреннем диске 6 крепятся лопатки вентилятора 10. К внутренней стороне корпуса дробилки крепится решето 11.




а б

**Рисунок 2**. *Конструктивное устройство экспериментальной молотковой дробилки с ротором-вентилятором: а – общий вид; б – вид сбоку; 1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – корпус; 4 – ротор-вентилятор; 5 – ступица; 6, 7 – соответственно внутренний и наружный диски; 8 – ось подвеса; 9 – набор молотков; 10 – лопатки вентилятора; 11 – решето; 12 – всасывающий патрубок; 13 – выгрузной патрубок; 14 – крышка; 15 – вал; 16 – кожух*

Экспериментальные исследования проводили в соответствии с действующими ГОСТами, общепринятыми и частными методиками испытаний техники (Адлер, Ю.П., Маркова, Е.В., Грановский, Ю.В. 1976), обеспечивающими получение первичной информации в виде реализаций случайных процессов с последующей их обработкой на персональном компьютере при помощи программы «Statgraphics Plus».

В процессе проведения экспериментальных исследований использовались различные приборы и аппаратура. Потребляемую мощность замеряли с помощью токоизмерительных клещей Mastech MS2203. Рассев и взвешивание проб готового продукта осуществляли с помощью лабораторного рассева РЛ-1 и весов ВК-300.01.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Поисковый эксперимент показал, что в готовом продукте содержится значительное (превышающее нормы ГОСТ в 1,5 раза) количество целых зерен (Савиных, П.А., Булатов, С.Ю., Нечаев, В.Н. 2013).

Для определения влияния конструктивных факторов на показатели работы дробилки реализован план Бокса " Бенкина для трех факторов. При этом факторы варьировались в следующих пределах:

- $x_1$ " частота вращения ротора-вентилятора $n$: 3000, 3500 и 4000 мин$^{-1}$;
- $x_2$ – радиус кривизны лопаток $c$: 40, 45 и 50 мм (Рис. 3);
- $x_3$ – диаметр отверстий решета $d_р$: 3, 4 и 5 мм (Рис. 4).

В ходе исследований оценивалось влияние изучаемых факторов на

- $\bar{y}_1$ – удельные энергозатраты Э, $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.ст.изм.}$;
- $\bar{y}_2$ – степень измельчения l;
- $\bar{y}_3$ – средний размер измельченных частиц $d_{ср}$, мм;
- качество получаемого продукта, характеризуемое содержанием: $\bar{y}_4$ – целых зёрен $m_1$, %, $\bar{y}_5$ – пылевидной фракции $m_2$, % и $\bar{y}_6$ – остатка на сите с отверстиями диаметром 3 мм $m_3$, %.

По результатам поисковых экспериментов установили, что наилучшие показатели рабочего процесса дробилки достигаются при максимальном значении подачи материала Q и диаметре кольца ротора $D_к$ = 120 мм.

Исследования проводили на зерне ячменя сорта «Эльф» с эквивалентным диаметром 4,21 мм, влажностью 13-14 %. Матрица плана и результаты эксперимента представлены в таблице 1.

После проведения опытов и обработки результатов получены модели регрессии рабочего процесса (незначимые факторы исключены):

$$\bar{y}_1 = 1{,}94 + 0{,}79 \cdot x_1 + 0{,}96 \cdot x_3 + 1{,}24 \cdot x_1^2 - 1{,}22 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (1)$$

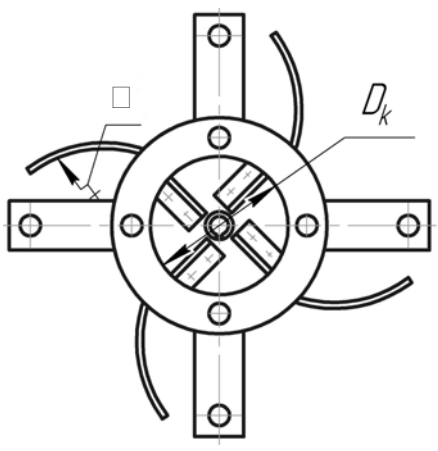
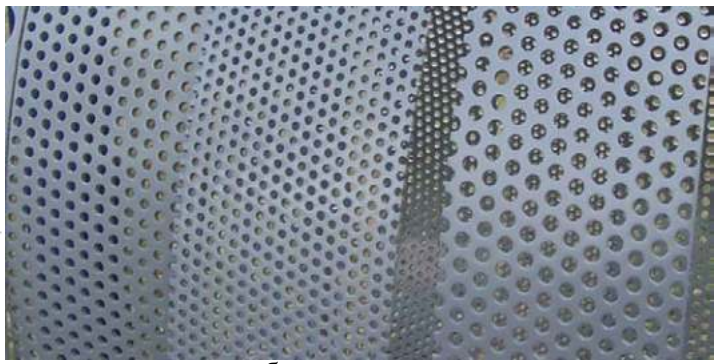



**Рисунок 3**. *Ротор-вентилятор*



а б в

**Рисунок 4**. *Перфорированные решета с диаметрами отверстий:*
а – 4 мм; б –3 мм; в – 5 мм

**Таблица 1**. *Матрица плана Бокса-Бенкина и результаты эксперимента*

| № п/п | Факторы | | | Критерии оптимизации | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Частота вращения n, $мин^{-1}$ | Радиус кривизны лопаток $\rho$, мм | Диаметр отверстий решета $d_р$, мм | Удельные энергозатраты Э, $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.изм.}$ | Степень измельчения $\lambda$ | Средний размер измельченных частиц $d_{ср}$, мм | Содержание целых зерен $m_1$, % | Пылевидная фракция $m_2$, % | Остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм $m_3$, % |
| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $\bar{y}_1$ | $\bar{y}_2$ | $\bar{y}_3$ | $\bar{y}_4$ | $\bar{y}_5$ | $\bar{y}_6$ |
| Уровни варьирования | | | | | | | | | |
| Нижний -1 | 3000 | 40 | 3 | | | | | | |
| Основной 0 | 3500 | 45 | 4 | | | | | | |
| Верхний +1 | 4000 | 50 | 5 | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1,83 | 3,05 | 1,392 | 0,186 | 0,53 | 4,64 |
| 2 | -1 | -1 | 0 | 1,47 | 2,18 | 1,207 | 0,433 | 0,69 | 7,7 |
| 3 | 1 | -1 | 0 | 5,78 | 2,83 | 1,496 | 0,161 | 1,4 | 5,81 |
| 4 | -1 | 1 | 0 | 3,42 | 2,78 | 1,407 | 0,483 | 1,09 | 10,2 |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 2,86 | 3,2 | 1,324 | 0,13 | 1,27 | 4,15 |
| 6 | -1 | 0 | -1 | 1,69 | 2,9 | 1,467 | 0,202 | 0,43 | 5,76 |
| 7 | 1 | 0 | -1 | 1,61 | 3,62 | 1,171 | 0,083 | 1,89 | 3 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1,83 | 3,05 | 1,392 | 0,186 | 0,53 | 4,64 |
| 9 | -1 | 0 | 1 | 2,99 | 1,91 | 2,222 | 0,812 | 0,14 | 27,08 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 5,64 | 3,83 | 2,496 | 0,361 | 1,01 | 7,81 |
| 11 | 0 | -1 | -1 | 1 | 3,16 | 1,341 | 0,123 | 0,93 | 4,14 |
| 12 | 0 | 1 | -1 | 1,92 | 2,81 | 1,51 | 0,112 | 1,01 | 4,41 |
| 13 | 0 | -1 | 1 | 1,91 | 2,43 | 1,743 | 0,783 | 0,85 | 14,21 |
| 14 | 0 | 1 | 1 | 3,32 | 1,83 | 2,326 | 0,744 | 0,1 | 30,99 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 1,83 | 3,05 | 1,392 | 0,186 | 0,53 | 4,64 |

$$\bar{y}_2 = 3{,}058 + 0{,}463 \cdot x_1 - 0{,}311 \cdot x_3 + 0{,}3 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0{,}406 \cdot x_2^2; \quad (2)$$

$$\bar{y}_3 = 1{,}37 + 0{,}097 \cdot x_2 + 0{,}41 \cdot x_3 + 0{,}14 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0{,}41 \cdot x_3^2; \quad (3)$$

$$\bar{y}_4 = 0{,}198 - 0{,}149 \cdot x_1 + 0{,}27 \cdot x_3 - 0{,}083 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0{,}094 \cdot x_2^2 + 0{,}157 \cdot x_3^2; \quad (4)$$

$$\bar{y}_5 = 0{,}51 + 0{,}40 \cdot x_1 - 0{,}27 \cdot x_3 + 0{,}365 \cdot x_1^2 + 0{,}221 \cdot x_2^2; \quad (5)$$

$$\bar{y}_6 = 4{,}578 - 3{,}74 \cdot x_1 + 7{,}84 \cdot x_3 - 4{,}13 \cdot x_1 \cdot x_3 + 4{,}13 x_2 \cdot x_3 + 6{,}38 \cdot x_3^2. \quad (6)$$

Анализируя полученные модели, можно заключить следующее.

1. Удельные энергозатраты снижаются при уменьшении частоты вращения ротора-вентилятора ($b_1$= 0,79, $b_{11}$= 1,24), а также при увеличении парных взаимодействий факторов ($b_{12}$= - 1,22).

2. На степень измельчения в значительной степени оказывают влияние частота вращения ротора-вентилятора ($b_1$= 0,463) и радиус кривизны лопаток ($b_2$= 0,406).

3. Величина среднего размера измельченных частиц зависит в большей степени от диаметра отверстий решета ($b_3$= 0,41, $b_{33}$= 0,41).

4. Количество целых зерен в готовом продукте снижается с уменьшением диаметра отверстий решета и с возрастанием частоты вращения ротора-вентилятора.

5. С уменьшением частоты вращения ротора-вентилятора ($b_1$= 0,4, $b_{11}$= 0,365) и с увеличением диаметра отверстий решета ($b_3$ = - 0,27) содержание пылевидной фракции уменьшается.

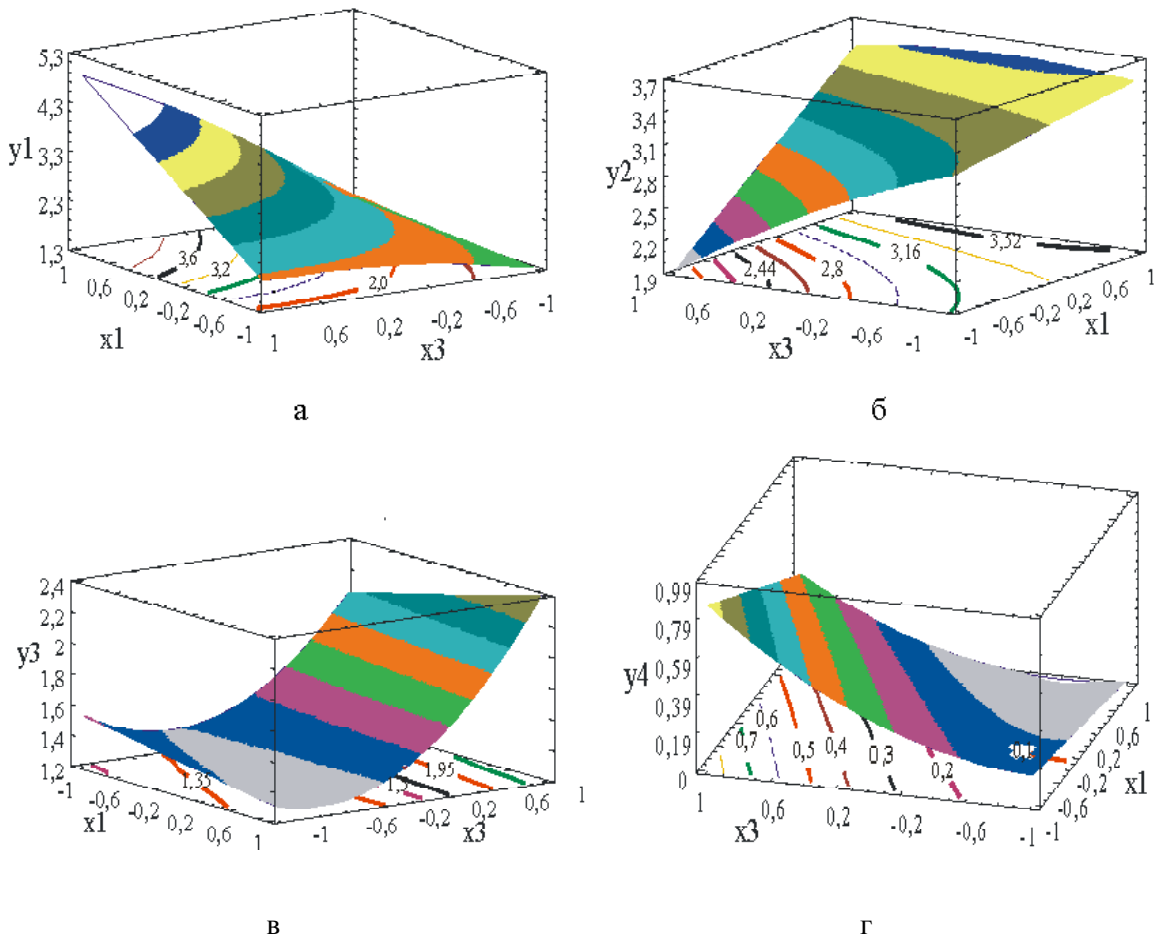
6. Содержание остатка на сите с отверстиями диаметром 3 мм снижается при уменьшении диаметра отверстий решета ($b_3$= 7,84, $b_{33}$= 6,38), радиуса кривизны лопаток и диаметра отверстий решета ($b_{23}$=4,13).

Оптимизацию параметров проводили методом наложения двумерных сечений поверхностей отклика, решая компромиссную задачу по получению готового продукта, удовлетворяющего зоотехническим требованиям, с минимализацией энергозатрат на единицу степени измельчения.

Анализ сечений поверхностей откликов позволил сделать вывод, что оптимальный радиус кривизны лопаток для всех критериев оптимизации составляет $c = 45$ мм, поэтому далее следует определить оптимальные значения критериев оптимизации при сочетании следующих факторов: диаметра отверстий решета $d_р$ и частоты вращения ротора-вентилятора $n$ при фиксированном значении радиуса кривизны лопаток.

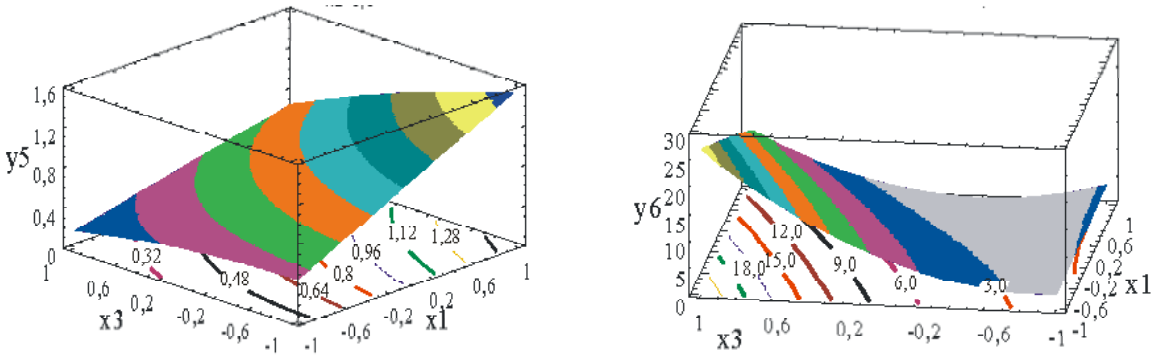
Анализ поверхностей отклика показывает, что наименьшие удельные энергозатраты достигаются при диаметре отверстий решета 3 мм и частоте вращения ротора-вентилятора 3000 мин$^{-1}$ и составляют 1,3 $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.ст.изм.}$ (Рис. 5, а), а изменение частоты вращения ротора-вентилятора $n$ с 3000 до 4000 мин$^{-1}$ и диаметра отверстий решета $d_р$ с 3 до 5 мм приводит к возрастанию степени измельчения $л$ с 1,9 до 3,52, т.е. на 85,3 %, при этом средний размер измельченных частиц $d_{ср}$ увеличивается на 87,5 % (рис. 5, б и в).

При частоте вращения ротора-вентилятора 3000 мин$^{-1}$ и установке решета с диаметром отверстий 3 мм (рис. 5, г; 6, а и б) остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм составляет менее 5 %, количество целых зерен 0,2 %, а количество пылевидной фракции уменьшается до 0,54 %. Такое качество готового продукта удовлетворяет зоотехническим требованиям для всех групп сельскохозяйственных животных.




а б в г

**Рисунок 5**. *Поверхности отклика, характеризующие влияние частоты вращения ротора-вентилятора ($x_1$) n, мин$^{-1}$ и диаметра отверстий решета ($x_3$) $d_р$, мм при $x_2 = 0$ на: а – на удельные энергозатраты ($y_1$) Э, кВт''ч (т.ед.ст.изм.); б – степень измельчения ($y_2$) л; в – средний размер измельченных частиц ($y_3$) $d_{ср}$, мм; г – количество целых зерен в готовом продукте ($y_4$) $m_1$, %*




а б

**Рисунок 6**. *Поверхности отклика, характеризующие влияние частоты вращения ротора-вентилятора ($x_1$) n, мин$^{-1}$ и диаметра отверстий решета ($x_3$) $d_p$, мм при $x_2$ = 0 на: а – содержание пылевидной фракции ($y_5$) $m_2$, %; б “ содержание остатка на сите диаметром 3 мм ($y_6$) $m_3$, %*

Устанавливая решето с диаметром отверстий 4 мм при частоте вращения ротора-вентилятора 3000 мин$^{-1}$, получаем остаток на сите диаметром 3 мм порядка 9 %, количество целых зерен 0,4 % и содержание пылевидной фракции 0,45 %, то есть качество готового продукта, удовлетворяющее зоотехническим требованиям для всех групп сельскохозяйственных животных, кроме телят в возрасте до 6 мес., поросят-отъемышей, ягнят в возрасте до 4 мес., цыплят и молодняка кур в возрасте до 90 дней, бройлеров, утят и гусят в возрасте до 20 дней, индюшат в возрасте до 60 дней. При этом удельные энергозатраты на единицу степени измельчения возрастут с 1,3 до 2 $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.ст.изм.}$ (Рис. 5, а).

При применении решета с диаметром отверстий 5 мм и неизменной частоте вращения ротора-вентилятора количество целых зерен достигает 0,9 %, остаток на сите диаметром 3 мм “ 27 % и количество пылевидной фракции “ 0,2 %. Данный режим можно рекомендовать для некоторых групп сельскохозяйственной птицы: молодняка кур и утят в возрасте до 150 дней, кур-несушек и взрослых уток, индюшат в возрасте до 180 дней и взрослых индеек. При этом удельные энергозатраты на единицу степени измельчения составляют 2,2 $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.ст.изм.}$.

Таким образом, установку решета с разными диаметрами отверстий (3,4 и 5 мм) можно рекомендовать как способ регулирования качества готового продукта для тех групп животных, для которых остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм и количество целых зерен не превышают допустимых по зоотехническим требованиям пределов. Для удовлетворения потребностей в готовом продукте всех остальных групп животных рекомендуется применять решето с диаметром отверстий 3 мм. Качество готового продукта можно регулировать также изменением частоты вращения ротора-вентилятора. При диаметре отверстий решета 3 мм и увеличении частоты вращения ротора-вентилятора до 4000 мин$^{-1}$ количество целых зерен близко к нулю, остаток на сите диаметром 3 мм менее 5 %, удельные энергозатраты на единицу степени измельчения увеличиваются с 1,3 до 1,8 $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.ст.изм.}$, то есть на 38,5 %. Но содержание пылевидной фракции резко возрастает с 0,54 до 1,5 %, то есть происходит переизмельчение материала (в 3-4 раза меньше, чем у аналогичных дробилок с пневматической подачей материала (Баранов, Р.Н., Фуфачев, В.С., Сергеев, А.Г. 2006). Большая концентрация пыли в готовом продукте, как известно, может привести к снижению продуктивности и вызвать у сельскохозяйственных животных некоторых групп легочные заболевания. Следовательно, работать при таких настроечных параметрах нецелесообразно.

Одновременное повышение частоты вращения ротора-вентилятора и увеличение диаметра

отверстий решета не дает требуемого качества готового продукта, при этом лишь происходит увеличение удельных энергозатрат на единицу степени измельчения до 5 $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.ст.изм.}$.

## ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что оптимальными параметрами работы дробилки зерна являются: удельные энергозатраты 1,3 $\frac{кВт \cdot ч}{т \cdot ед.ст.изм.}$, количество целых зерен до 0,2 %, остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм, не превышающий 5 %, содержание пылевидной фракции не более 0,54 % при диаметре отверстий решета 3 мм, частоте вращения ротора-вентилятора 3000 мин$^{-1}$ и радиусе кривизны лопатки 45 мм.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АДЛЕР, Ю.П., МАРКОВА, Е.В., ГРАНОВСКИЙ, Ю.В. (1976). Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Москва: Наука. 297 с.

2. БАРАНОВ, Р.Н., ФУФАЧЕВ, В.С., СЕРГЕЕВ, А.Г. (2006). Исследование рабочего процесса модернизированной дробилки фуражного зерна ДКР-3. В: Улучшение эксплуатационных показателей с.-х. энергетики: Межвуз. сб. науч. тр. Киров: Вятская ГСХА. Вып. 6, ч. 3, с. 162-166.

3. САВИНЫХ, П. А., БУЛАТОВ, С. Ю., НЕЧАЕВ, В. Н. (2012). Зернодробилка с ротором-вентилятором. В: Сельский механизатор, № 9, с. 9. ISSN 0131-7393.

4. САВИНЫХ, П. А., БУЛАТОВ, С. Ю., НЕЧАЕВ, В.Н. (2013). Исследование рабочего процесса молотковой дробилки зерна с ротором-вентилятором. В: Аграрная наука Евро-Северо-Востока, № 1, с. 54-59. ISSN 2072-9081.

Data prezentării articolului: 23.05.2015
Data acceptării articolului: 26.09.2015

УДК: 332.3

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ

***Л. М.ТИБИЛОВА, А. А. КОСТЫШИН***
*Львовский национальный аграрный университет, Украина*

**Abstract.** We consider the role of ecological stability of land as the most important imperative of land protection. We make a retrospective journey of various practices aimed to determine the ecological stability of land, including the original ones. Original methods are applied by the example of arable lands of a certain village council and administrative districts of Chernivtsi region as a whole. We propose to introduce a correction factor calculated by the authors for landscape in order to define more exactly the value of the ecological stability of perennial plantations. Unlike traditional methods, it is differentiated according to some specific indicators of slope steepness and the erosion degree of perennial plants. The notion of erosion-forming factor is introduced. The chart of the perennial plants structure in Chernivtsi region by the erosion degree is provided. We have conducted a visual and graphical analysis of the variation of the erosion stability factor depending on the performance of erosion-forming factors. The proposed methodology can be applied in practical land management as well as in the learning process.

**Key words:** Perennial plantations; Coefficient of ecological stability; Slope steepness; Erosion degree; Erosion-forming factors.

**Реферат.** В статье рассматривается роль экологической стабильности территории, как важнейшего императива охраны земель, проводится экскурс разных практик определения экологической стабильности территории, в том числе и авторских. Авторские методики проведены на примере пахотных угодий отдельного сельского совета и административных районов Черновицкой области в целом. Для уточнения величины экологической стабильности территории многолетних насаждений предлагается вводить рассчитанный авторами поправочный коэффициент за рельеф. В отличие от традиционной методики он дифференцируется согласно конкретным показателям крутизны склона и степени смытости многолетних насаждений. Вводится понятие «эрозионноформирующий фактор». Приведена диаграмма структуры многолетних насаждений в Черновицкой области по эрозионному состоянию. В данной работе был проведен графовизуальный анализ колебаний коэффициента эрозионной стабильности в зависимости от показателей эрозионноформирующих факторов. Предлагаемая методика может быть использована для практического применения в землеустроительном производстве и в учебном процессе.

**Ключевые слова**: Многолетние насаждения; Коэффициент экологической стабильности; Крутизна склона; Степень смыва; Эрозионноформирующие факторы.

## ВВЕДЕНИЕ

Уровень экологической стабильности конкретной территории земельно-хозяйственных структур обуславливает принятие управленческих и проектных решений относительно рационального использования и охраны земель. Этот показатель является одним из важнейших факторов оценки, как существующего использования земель, так и дальнейших перспектив развития соответствующих территорий, влияет на стратегию развития сельских территорий. Получение достоверной информации по экологической стабильности территории на всех уровнях (от конкретного земельного угодья до территории, находящейся в административном подчинении сельских советов) мы проводили ранее - на примере тринадцати административных районов Черновицкой области и города Черновцы и конкретно на территории Валявского сельского совета Кельменецкого района Черновицкой области.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В практике землепользования сложились различные подходы к оценке экологической стабильности территории. Так, некоторые авторы (Борщевский, П. 1998) предлагают оценивать экологическую стабильность территории через соответствующий коэффициент, значение которого различает ее как нестабильную (при Кэк.ст. d” 0,30); неустойчиво стабильную (при Кэк.ст. = 0,31 ... 050); средне стабильную (при Кэк.ст. = 0,51 ... 0,67); и стабильную (при Кэк.ст.> 0,67).

В работе (Козмук, П. 2007) предлагается экологические предпосылки оптимизации

землепользования определять с помощью индекса экологического несоответствия существующего использования и превышение допустимой распаханности. Другие авторы (Канаш, А. 2013) рассматривают подход, который, по их мнению, позволяет установить реальную экологическую ситуацию и считают, что при осуществлении проектирования по организации угодий и севооборотов следует выполнить надлежащие расчеты, пользуясь приведенными ими алгоритмами.

Ранее нами для оценки влияния качественного состава угодий на экологическую стабильность проводились расчеты коэффициентов экологической стабильности территории в разрезе местных советов административного района (Тибилова, Л. и др. 2013).

Сегодня ещё не разработано экологически оптимизированной структуры земельных угодий для Украины. Поэтому взгляды на эту проблему объединяет лишь признание необходимости уменьшения удельного веса сельскохозяйственных угодий и, в частности, многолетних насаждений в земельном фонде Украины. Определяя количественное отношение, нужно учитывать горную территорию и структуру почвенного покрова, прежде всего, а также другие нормативные документы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Устойчивое развитие, удовлетворяющее потребностям жизнедеятельности живущих людей и обеспечивающее жизнь и развитие будущих поколений, является, безусловно, насущной необходимостью всех стран и народов, всего человечества. Однако есть сомнение в том, насколько это развитие возможно на базе концепции «экологической устойчивости», которую отдельные авторы даже считают неотъемлемой частью процесса устойчивого развития. Понятие экологическая устойчивость подразумевает способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних и внутренних факторов. Распространённым синонимом данного понятия является понятие «экологической стабильности». Устойчивость экосистем не может быть сохранена и обеспечена, если будет нарушен закон внутреннего динамического равновесия. Под угрозой будет не только качество природной среды, но и существование всего комплекса природных компонентов в необозримом будущем. Закон внутреннего динамического равновесия действует как регулятор нагрузок на окружающую среду при условии, что не нарушены «баланс компонентный» и «баланс крупных территорий». Именно эти «балансы» являются нормами рационального природопользования, это они должны лежать в основе разработки мероприятий по охране окружающей среды.

Для рационального, эффективного использования и охраны земельных ресурсов сельского муниципального образования необходимо выполнить оценку природных и экологических условий, перспектив развития поселения, произвести экологическую оценку его территории с использованием эколого-ландшафтного подхода. В связи с тем, что экономическое и социальное развитие территории неразрывно связано с использованием земли как основного средства производства и как пространственного базиса, все вопросы этого развития связаны с эколого-хозяйственным состоянием территории. Для проведения оценки существующей экологической обстановки и выявления наиболее благоприятных территорий для развития поселения были выделены экологически устойчивые угодья (леса, болота естественного происхождения, целинные земли), которые создают вокруг себя благоприятную экологическую среду и положительно влияют на окружающую территорию, её флору и фауну. Для установления границ этого влияния были определены предельные расстояния от экологически устойчивых угодий до экологически нестабильной территории, т.е. ширина благоприятной экологической зоны по отношению к граничащему угодью. Кроме того, были определены важнейшие коэффициенты, характеризующие экологическое состояние территории.

Проблема сохранения (спасения) ценных сельскохозяйственных земель – задача всемирная. Появились условия для создания экологически сбалансированной организации аграрного землепользования, реальность которых признается многими учеными (Канаш, А. 2013). Эту реальность необходимо понять всем тем, кто обеспечивает хозяйствование на земле, посредством инвестирования, планирования, проектирования, внедрения, пользования и воплотить их в жизнь. Особо необходима организация действенной службы экологического мониторинга регионального сельскохозяйственного землепользования. Обычно оценку экологической стабильности территории с определенной структурой земельных угодий проводят по соответствующим коэффициентам, которая интегрирует в себе степень устойчивости отдельных угодий (Табл. 1)

**Таблица 1.** *Нормативная величина коэффициента экологической стабильности для различных видов земельных угодий*

| Вид угодья | Коэффициент экологической стабильности территории ($K_1$) |
|---|---|
| Застроенная территория и дороги | 0,00 |
| Пашня | 0,14 |
| Виноградники | 0,29 |
| Лесополосы | 0,38 |
| Фруктовые сады, кустарники | 0,43 |
| Огороды | 0,50 |
| Сенокосы | 0,62 |
| Пастбища | 0,68 |
| Пруды и болота природного происхождения | 0,79 |
| Леса | 1,00 |

Коэффициент экологической стабильности территории рассчитывают по формуле (1) и представляют по соответствующей градации (Табл. 2).

$$K_{ек.ст.} = \frac{\sum K_{1i} \times P_i}{\sum P_i} \times K_p \quad (1)$$

где $K_{1i}$ – коэффициент экологической стабильности угодья *i*-го вида; $P_i$ – площадь угодья *i*-го вида; $K_p$ – коэффициент морфологической стабильности рельефа ($K_p$ = 1 для стабильных и $K_p$ = 0,7 для нестабильных территорий) [1].

***Таблица 2.*** *Шкала градации значений коэффициента экологической стабильности земельной территории*

| Экологическая стабильность территории | Значение коэффициента экологической стабильности территории |
|---|---|
| Нестабильная | < 0,3 |
| Нестойко стабильная | 0,34 – 0,50 |
| Средне стабильная | 0,51 – 0,66 |
| Стабильная | >0,67 |

Целью исследования является разработка методики введения поправочного коэффициента за рельеф для уточнения величины экологической стабильности территории на многолетних насаждениях и дифференциации его под воздействием отдельных эрозионноформирующих факторов.

По формуле (1) традиционно вводят коэффициенты 0,7 - при сложном рельефе. В нашем исследовании сделаны попытки дифференцировать этот поправочный коэффициент за рельеф в интервале от 0,7 до 1,0. Для примера возьмем территорию Черновицкой области, принимая во внимание тот факт, что многолетние насаждения здесь имеют следующую структуру по эрозионноформирующим факторам:

• по крутизне склона: 0°-3° – 49,4%, 3°-5° – 26,4%, 5°-7° - 15,3%, более 7° - 8,9%

• по степени смытости: 42,57% не смытых , 32,9% слабо смытых, 16,5% средне смытых и 8,1% сильно смытых земель.

Многолетние насаждения области, размещенные на склонах до $3^0$, составляют 6071,6 га или 49,4%. Более половины площадей многолетних насаждений размещены на более крутых склонах. Это весомый аргумент в необходимости введения Кр и его дифференциации (Табл. 3).

На графике (Рис. 1) отображена структура многолетних насаждений по крутизне склонов, нормированная к землям разной степени смытости. Рисунок 2 отображает колебания коэффициента экологической стабильности с дифференцированной поправкой на эрозионноформирующие факторы

**Таблица 3.** *Расчет поправочних коэффициентов за рельеф**

| Ступень смытости | Крутизна склона | | | | | | | | Итого |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $0^0 - 3^0$ | | $3^0 - 5^0$ | | $5^0 - 7^0$ | | Больше $7^0$ | | |
| | % | К | % | К | % | К | % | К | % |
| Не смытые | 39,7 | **0,43** | 1,5 | **0,42** | 1,0 | **0,41** | 0,3 | **0,4** | 42,5 |
| Слабо смытые | 9,6 | **0,39** | 21,9 | **0,39** | 1,4 | **0,38** | | **0,37** | 32,9 |
| Средне смытые | 0,1 | **0,36** | 2,6 | **0,35** | 11,7 | **0,34** | 2,1 | **0,34** | 16,5 |
| Сильно смытые | 0,1 | **0,33** | 0,4 | **0,32** | 1,2 | **0,31** | 6,5 | **0,3** | 8.1 |
| Всего, % | 49,4 | | 26,4 | | 15,3 | | 8,9 | | |
| Всего, га | 6071,6 | 2568,3 | 3229,4 | 1242,4 | 1884,4 | 667,9 | 1082,7 | 337,9 | |
| **К** | **0,42** | | **0,39** | | **0,35** | | **0,31** | | |

*Полужирным шрифтом выделены рассчитанные авторами коэффициенты экологической стабильности

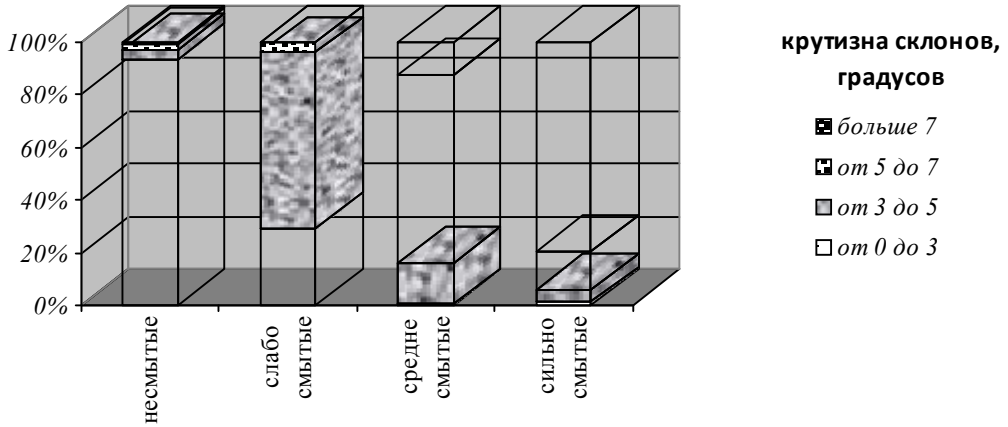



**Рисунок 1.** *Структура многолетних насаждений по эрозионному состоянию*

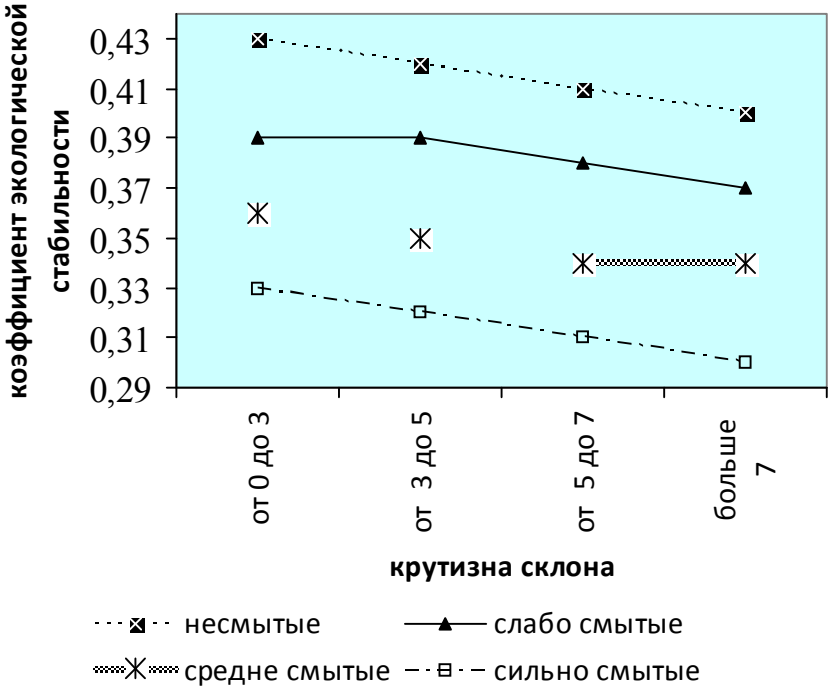



**Рисунок 2.** *Колебания $К_{эк.\ ст.}$ (с дифференцированной поправкой на эрозионноформирующие факторы)*

## ВЫВОДЫ

Для оценки экологической стабильности территории мы предлагаем вводить понятие «эрозионноформирующие факторы».

При определении коэффициента экологической стабильности территории вводится поправка за рельеф, которая в отличие от традиционной методики (Кр=0.7) предусматривает учет места расположения участка и характеристики рельефа.

Аргументируется необходимость вводить Кр не только на сильно и средне смытых землях, но и на не смытых и слабо смытых землях.

При вводе коэффициента Кр в формулу экологической стабильности территории целесообразно дифференцировать его значение с учетом эрозионноформирующих факторов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БОРЩЕВСКИЙ, П.П., ЧЕРНЮК, М.А., ЗАРЕМБА, В.М. (1998). Повышение эффективности использования, воспроизводства и охраны земельных ресурсов региона. Киев: Аграр. Наука. 240 с.

2. ДОБРЯК, Д.С., КАНАШ, А.П., БАБМИНДРА, Д.И., РАЗУМНЫЙ, И.А. (2009). Классификация сельскохозяйственных земель как научная предпосылка их экологобезопасного использования. Київ: Урожай, с. 248-455.

3. КАНАШ, А.П. (2013). Внимание к земле - наш почетный долг. В: Землеустроительный вестник, № 2, с. 9-13.

4. КОЗЬМУК, П.Ф., КУЛИШ, В.И., ЧЕРНЯВСКИЙ, А.А. (2007). Земельные ресурсы Буковины: состояние, мониторинг, использование. Черновцы: Букрек. 384 с.

5. О государственном контроле за использованием и охраной земель: Закон Украины от 19.06.2003 г. № 963-4 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http: //www.rada.kiev/ua/zakon.

6. О статусе горных населенных пунктов Украины: Закон Украины № 56/95 от 15.02.1995 г. [Электронный ресурс] Ведомости Верховной Рады Украины. Режим доступа: http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=56%2F95-%E2%F0

7. Об основных направлениях земельной реформы в Украине на 2001-2005 годы: Указ Президента Украины № 372 от 30.05.2001. Київ, 2001. 28 с.

8. ТИБИЛОВА, Л.М., КОСТЫШИН, А.А. (2013). Подходы к оценке экологической стабильности территории. В: Вестник Львовского нац. аграрного ун-та: экономика АПК. Львов, № 20(2), с. 14-19.

9. ТИБИЛОВА, Л.М., КОСТЫШИН, А.А. (2014). Введение поправочного коэффициента на рельеф на пахотных землях. В: Вестник Львовского нац. аграрного ун-та: экономика АПК. Львов, № 21(2), с. 47-52.

Data prezentării articolului: 13.04.2015
Data acceptării articolului: 15.11.2015

CZU 638.1(478)

# DINAMICA FAMILIILOR DE ALBINE ŞI SUPRAFEŢELOR DE CULTURI NECTARO-POLINIFERE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

***Susana MODVALA***
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** Honey bees contribute greatly to the improvement of agricultural production due to the pollination of more than 150 entomophilic plant species that occupy a significant part of the country. However, bees are the main pollinators of spontaneous entomophilic flora, ensuring natural biodiversity. Honey-producing flora in Moldova is represented by a wide variety of species that bloom from March to October, ensuring honey maintenance and production periods that are unevenly distributed during the season. Our purpose is to study the population and productivity dynamics of bee families, as well as the area of nectar-poliniferous plants in the Republic of Moldova. In recent years the number of bee families has increased by 1.26 times as compared to 2008 and equals 124,330 in 2015. Therefore, the overall production of honey increases too: from 2,403 to 3,896 t respectively, or from 24.4 to 33.6 kg from a bee family, that is there is an increase by 37.7%. It has been revealed that the share of lands under nectar-poliniferous plants that are important for beekeeping is as follows: agricultural crops (sunflower - 223,910.6 ha, rapeseed - 28,450.6 ha, buckwheat - 265 ha), medicinal plants (sage – 1,217.2 ha, lavender - 562 ha), fruit trees (apples – 31,653 ha, apricots - 998 ha, plums – 9,645.6 ha, cherries – 1,506.4 ha, sour cherries - 684 ha), forestry (lime trees – 4,580.3 ha, white acacia - 98,630.2 ha, chestnut - 20.2 ha, willows – 3,188 ha, maple trees- 4,358.3 ha).

**Keywords:** Bee families; Honey; Productivity; Nectar-poliniferous plants.

**Rezumat.** Albinele melifere contribuie semnificativ la sporirea producţiei agricole ca urmare a polenizării a peste 150 specii de plante entomofile cultivate, care ocupă o suprafaţă importantă în ţară. Totodată, albinele reprezintă principalul polenizator al florei entomofile spontane, asigurând biodiversitatea în natură. Flora meliferă din Moldova prezintă o largă varietate, cu specii care înfloresc din martie până în octombrie, asigurând culesuri de întreţinere şi de producţie repartizate neuniform pe perioada sezonului apicol. Scopul investigaţiilor constă în studierea dinamicii efectivului şi productivităţii familiilor de albine, precum şi a suprafeţelor culturilor nectaro-polinifere în Republica Moldova. Efectivul familiilor de albine în ultimii ani a crescut de 1,26 ori faţă de anul 2008, constituind 124330 în anul 2015. Odată cu creşterea efectivului familiilor de albine sporeşte şi producţia globală de miere, de la 2403 t până la 3896 t, o familie de albine producând 24,4 kg în 2008 şi 33,6 kg în 2015, adică cu 37,7% mai mult. Ponderea suprafeţelor plantelor nectaro-polinifere din Republica Moldova care prezintă interes pentru apicultură constituie, în medie: culturile agricole (floarea-soarelui – 223910,6 ha, rapiţă – 28450,6 ha şi hrişcă – 265 ha), culturile medicinale (salvie – 1217,2 ha, levănţică – 562 ha), pomii fructiferi (meri – 31653 ha, caişi – 998 ha, pruni – 9645,6 ha, cireşi – 1506,4 ha, vişini – 684 ha), din ocolul silvic (tei – 4580,3 ha, salcâm alb – 98630,2 ha, castan – 20,2 ha, salcie – 3188 ha, arţar – 4358,3 ha). Folosirea stupăritului pastoral permite utilizarea culesului nectaro-polinifer pe parcursul sezonului apicol şi polenizarea culturilor entomofile, ceea ce va majora producţia, calitatea fructelor şi semînţelor.

**Cuvinte-cheie:** Familii de albine; Miere; Productivitate; Culturi nectaro-polinifere.

## INTRODUCERE

Albinele melifere au un aport considerabil în sporirea producţiei agricole ca urmare a polenizării a peste 150 de specii de plante entomofile cultivate, care ocupă o suprafaţă importantă în ţară. Totodată, albinele reprezintă principalul polenizator al florei entomofile spontane, asigurând biodiversitatea în natură.

Flora meliferă din Moldova prezintă o largă varietate, cu specii care înfloresc din martie până în octombrie, asigurând culesuri de întreţinere şi de producţie repartizate neuniform pe perioada sezonului apicol.

Cunoaşterea amănunţită a bazei melifere, inclusiv a criteriului fenologic după care plantele se clasifică, în funcţie de data înfloririi, în plante timpurii de primăvară, vară şi toamnă, este esenţială pentru stupăritul pastoral.

Productivitatea familiilor de albine depinde, în mare măsură, de baza meliferă şi de totalitatea plantelor nectaro-polinifere aflate în raza utilă de activitate (2-3 km) a albinelor.

Albinele colectează de pe florile plantelor nectar şi polen, pe care le prelucrează în hrană – miere şi păstură – care le asigură toate substanţele nutritive vitale necesare pentru procesul metabolic (Burenin, N. et al. 1977).

Şt. Lazăr (2002) menţionează că în timpul sezonului activ există şi goluri de cules, variabile ca timp, durată şi sezon. Concentrarea resurselor melifere pe anumite suprafeţe şi în anumite perioade de timp au creat aceste goluri care nu pot fi acoperite decât prin deplasarea familiilor de albine la distanţe mai

mici sau mai mari pentru asigurarea hranei şi realizarea producţiilor apicole, concomitent cu polenizarea culturilor agricole, contribuind la sporirea producţiilor agricole şi păstrarea echilibrului ecologic în natură.

Astăzi nu se mai poate vorbi despre o apicultură intensivă fără stupăritul pastoral. Fenologic, înainte de înflorirea salcâmului, în apropierea apelor înfloresc arinii, plopii şi sălciile, care furnizează primele cantităţi de nectar şi polen; în pădurile de foioase înfloresc arborii şi arbuştii meliferi: alunul, cornul, salcia, măceşul etc., care se asociază cu multe specii spontane erbacee: ghiocelul, viorelele, brebeneii, păpădia etc. În livezi înfloresc pomii şi arbuştii fructiferi care alături de alte specii, spontane sau cultivate din toamnă (rapiţa de toamnă), asigură culesuri de întreţinere şi uneori chiar de producţie foarte importante pentru dezvoltarea familiilor de albine în vederea valorificării culesului principal de la salcâm. În a doua jumătate a lunii mai-prima jumătate a lunii iunie înfloreşte salcâmul alb. Urmează apoi culesurile de vară dominate de tei şi floarea-soarelui. După epuizarea acestor culesuri, toamna se realizează ultimele culesuri din flora cu înflorire târzie.

Cercetătorii M. Bura (2003) şi Silvia Pătruică (2005) menţionează că dezvoltarea familiilor de albine în sezonul de primăvară şi menţinerea acestora la un nivel biologic şi productiv ridicat necesită existenţa unei baze melifere care să asigure cules de nectar şi polen pe tot parcursul sezonului activ, precum şi hrănirea raţională a albinelor în perioadele lipsite de cules natural.

Alţi cercetători, precum V. Lebedev ş. a. (1995), N. Bilaš (2003), R. Rogola (2004), susţin că după ieşirea din iarnă, în perioada activă de dezvoltare, familiile de albine au nevoie urgent de hrană proteică pentru sintetizarea lăptişorului de matcă. O sursă de proteină este polenul. Deficitul lui în condiţiile de lipsă a surselor melifere influenţează negativ asupra glandelor faringiene a albinelor şi le impune ca să folosească rezervele din organismul propriu pentru sintetizarea hranei.

P.V. Sidarenko (2010) menţionează că culesul melifer la fiecare stupină, în general, se determină în funcţie de condiţiile climaterice ale sezonul anului. Vremea cea mai favorabilă pentru secreţia şi colectarea nectarului de către albine se consideră cea însorită sau cu cer puţin înnourat, caldă, liniştită, periodic cu ploi scurte. Culesul melifer timpuriu de primăvară începe la începutul lunii aprilie, odată cu înflorirea plantelor polinifere (mesteacănul, plopul, bradul, cornul etc.), a plantelor nectarifere (salcia, arţarul, ulmul, stejarul, etc.) şi a plantelor care elimină nectar şi polen (podbalul, arţarul, coacăzul şi agrişul). Plantele melifere oferă în această perioadă un cules de întreţinere şi asigură o dezvoltare puternică a familiilor de albine.

Prognozarea perioadei de înflorire a culturilor melifere se realizează în funcţie de perioada de înflorire a fiecărei specii botanice de flori, în baza acumulării sumei eficiente de temperatură pe perioada de la începutul vegetaţiei până la înflorirea în masă a fiecărei culturi. Această sumă de căldură se determină în baza unui studiu îndelungat (Sidarenko, P.V. 2015).

Culesul melifer se apreciază după cantitatea de nectar depozitată în stup într-o zi. Dacă greutatea zilnică a stupului se măreşte primăvara cu 0,5 kg, culesul se consideră slab, până la 1,5 kg – cules mediu, până la 2-3 kg – cules bun. Creşterea masei stupului în perioada de vară cu 1,5 kg zilnic demonstrează un cules slab, cu 2-3 kg – cules mediu, mai mult de 4 kg – cules bun.

Temperatura optimă de secreţie a nectarului la majoritatea culturilor melifere se consideră 16-25 $^0$C, cu umiditatea aerului de 60-80% (Čerevko, Ű.A. 2001).

La majoritatea culturilor melifere nectarul cel mai intensiv se elimină aproximativ la ora 9 dimineaţa, după care secreţia se micşorează. La unele culturi nectarul se intensifică în a doua jumătate a zilei sau în orele de seară (Klimenkova, E. et al. 1974).

Aceeaşi floare meliferă nu întotdeauna şi nu pretutindeni produce nectar, adică aceeaşi plantă poate să fie foarte meliferă într-o localitate oarecare şi să nu fie deloc meliferă în altă localitate. Cercetările au demonstrat că pentru a se obţine 500 grame de miere sunt necesare cel puţin 25.000-30.000 zboruri de albine. Aceasta este vrednicia albinelor melifere, vrednicie care nu se vede în câmp, ci mult mai târziu, în hambarele fermierilor (Sidarenko, P.V. 2010).

În funcţie de potenţialul de producţie de nectar (kg/ha), plantele sunt clasate în 6 grupe: I – 0-25 kg/ha, a II-a – 20-50 kg/ha, a III-a – 50-100 kg/ha, a IV-a – 101-200 kg/ha, a V-a – 201-500 kg/ha, a VI-a – peste 500 kg/ha (Crane, E. 1987; Chirilica, A., Pătruică, S. 2005).

În unele surse se menţionează că utilizarea deplină a resurselor melifere bogate permit obţinerea, în mediu, a până la 80 kg miere/an de la o familie de albine. Apicultorii mai experimentaţi obţin peste 150-200 kg de miere şi peste 2 kg de ceară de la o familie de albine (Burmistrov, A.M. 2001; Kodes', L. 2002; Kodes', L. et al. 2004)

Cercetătorul D. Galben (2015) afirmă că la ora actuală în Moldova se înregistrează unul din cele mai mici consumuri de miere pe cap de locuitor pe an, acesta fiind de 40 g faţă de 500-600 g în UE (faţă de 1,8 kg în Germania).

În ultimii 5 ani, în diverse regiuni, culesul mediu variază între 120 şi 150 kg de miere per familie de albine şi 1,1–1,9 kg ceară (Gajdar, V.A. 2001; Gajdar, V.A. et al. 2007) .

În acelaşi timp, unii savanţi ca E.M. Ul'âničev (2001), V. Rodnova (2005) menţionează despre reducerea productivităţii mierii medii a unei familii de albine. Astfel, în anul 2000 o familie producea în jur de 15,6 kg de miere, iar peste 5 ani cantitatea produsă s-a redus până la 14,1 kg.

În multe localităţi ale Republicii Moldova nu este utilizat potenţialul nectaro-polinifer al culturilor din flora spontană, iar în unele raioane cu agricultură intensivă există un deficit critic de albine polenizatoare.

Una dintre metodele de utilizare raţională a albinelor melifere este stupăritul pastoral, care asigură reproducerea resurselor biologice şi sporirea productivităţii familiilor şi a culturilor agricole în urma polenizării încrucişate efectuate de albine.

Perfecţionarea tehnologiei stupăritului pastoral va spori posibilităţile de ameliorare şi reproducere a materialului biologic, de utilizare de către albine a resurselor nectaro-polinifere, precum şi de polenizare a culturilor agricole, sporind productivitatea şi calitatea fructelor şi legumelor. Stupăritul pastoral va permite, de asemenea, utilizarea resurselor nectaro-polinifere din zonele ecologice, ceea ce va influenţa benefic calitatea şi cantitatea produselor apicole obţinute.

Scopul investigaţiilor noastre constă, aşadar în studierea dinamicii efectivului şi productivităţii familiilor de albine, precum şi a suprafeţelor culturilor nectaro-polinifere din Republica Moldova.

## MATERIAL ŞI METODĂ

Pentru analiza dinamicii efectivului şi productivităţii familiilor de albine şi pentru sistematizarea suprafeţelor culturilor nectaro-polinifere s-au utilizat datele din registrele de la Biroul Naţional de Statistică din Republica Moldova, Ministerul Agriculturii şi Industriei Alimentare şi Institutul de Cercetare şi Amenajări Silvice. Aceste informaţii au fost prelucrate prin metoda variaţiilor statistice, după Merkur'eva E.K. (1970) şi Plohinskij N.A., (1971) şi cu ajutorul programelor de calculator Microsoft Excel.

## REZULTATE ŞI DISCUŢII

Pe parcursul anilor luaţi în studiu (2008–2015) se observă o uşoară creştere a efectivului familiilor de albine. Numărul lor variază de la 98303 în anul 2008 până la 124330 familii de albine în anul 2015, adică de 1,26 ori mai mare (Fig. 1). Repartizarea familiilor de albine în zonele Republicii Moldova este variată, cel mai mare efectiv de familii de albine în anul 2015 fiind concentrat în zona de Centru – 44652 sau 35,92%. În zona de Sud sunt 41939 familii de albine (33,73%) şi, respectiv, în regiunea de Nord – 37739 (30,35%).

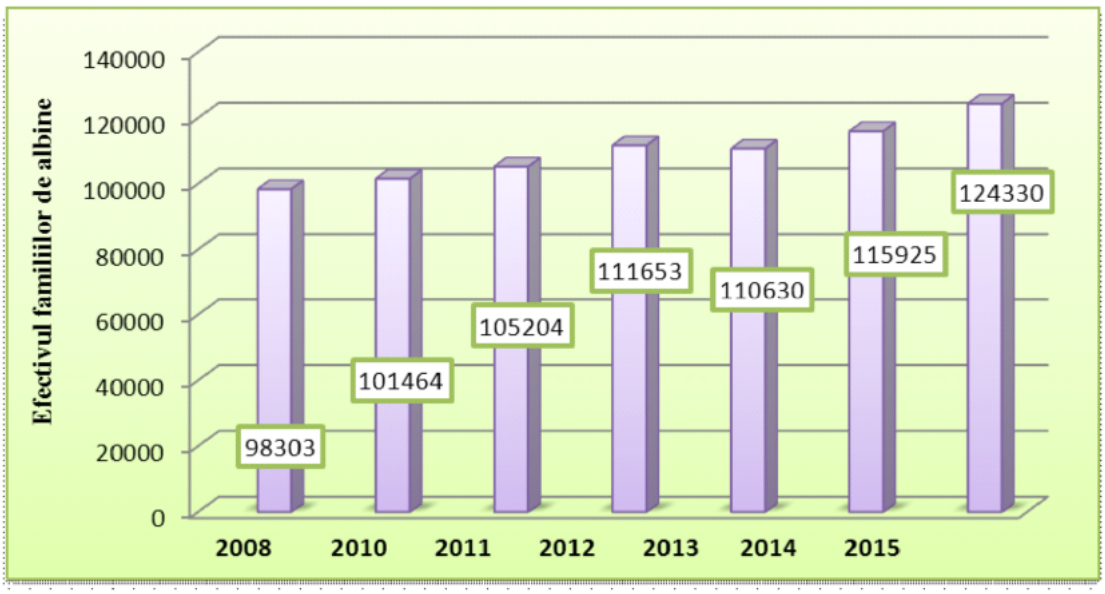



**Figura 1.** *Dinamica familiilor de albine în Republica Moldova, anii 2008-2015*

Repartizarea efectivului familiilor de albine pe raioane se prezintă în felul următor: în regiunea de Sud – între 2147 (Taraclia) şi 4926 (Cimişlia); în UTA Găgăuzia – 11563; în regiunea de Centru – între 1978 (Anenii Noi) şi 4325 (Teleneşti); în mun. Chişinău – 4492; în regiunea de Nord – între 2345 (Donduşeni) şi 4987 (Edineţ); mun. Bălţi – 1888 familii de albine.

Între producţia de miere şi numărul familiilor de albine există o corelaţie pozitivă, aşa cum rezultă şi din datele prezentate de noi. Odată cu creşterea efectivului familiilor de albine sporeşte şi producţia de miere – de la 2403 tone în anul 2008 până la 3896 t în anul 2015, ceea ce este cu 62,13% mai mult (Fig. 2).

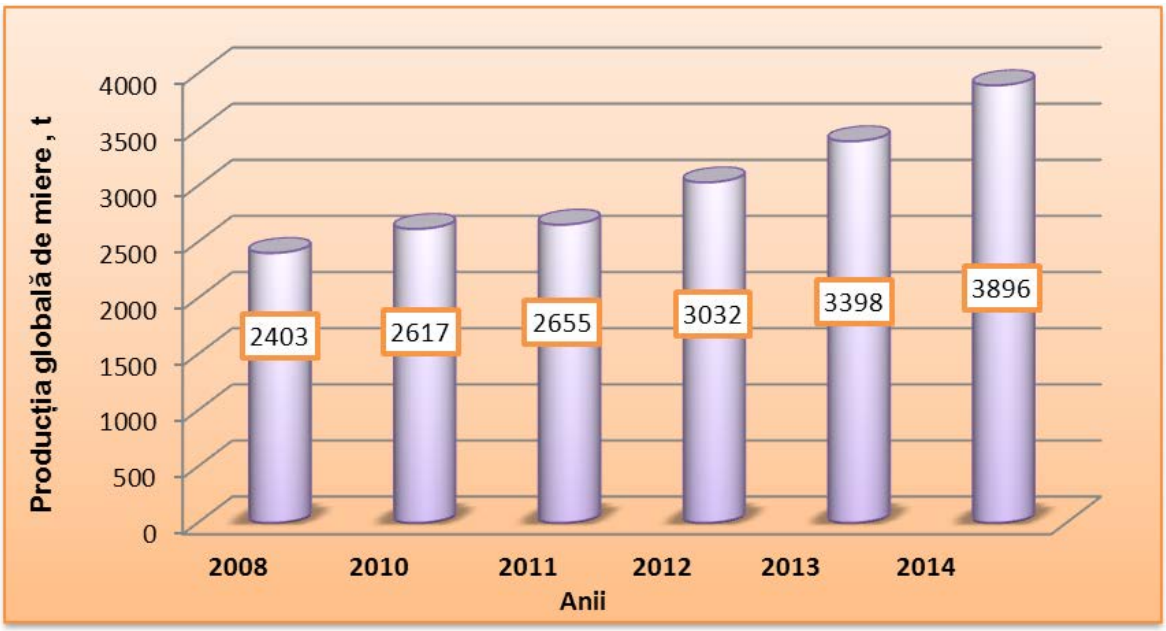



**Figura 2.** *Producţia globală de miere în Republica Moldova, t (anii 2008-2014)*

Cantitatea de miere obţinută în medie de la o familie de albine a fost de 24,4 kg în anul 2008, iar în anul 2014 a constituit 33,6 kg, adică s-a majorat cu 37,7% (Figura 3).

Dintre culturile agricole care se cultivă pe suprafeţe mari şi prezintă interes pentru apicultură, ca surse nectaro-polinifere, se disting floarea-soarelui, rapiţa şi hrişca.

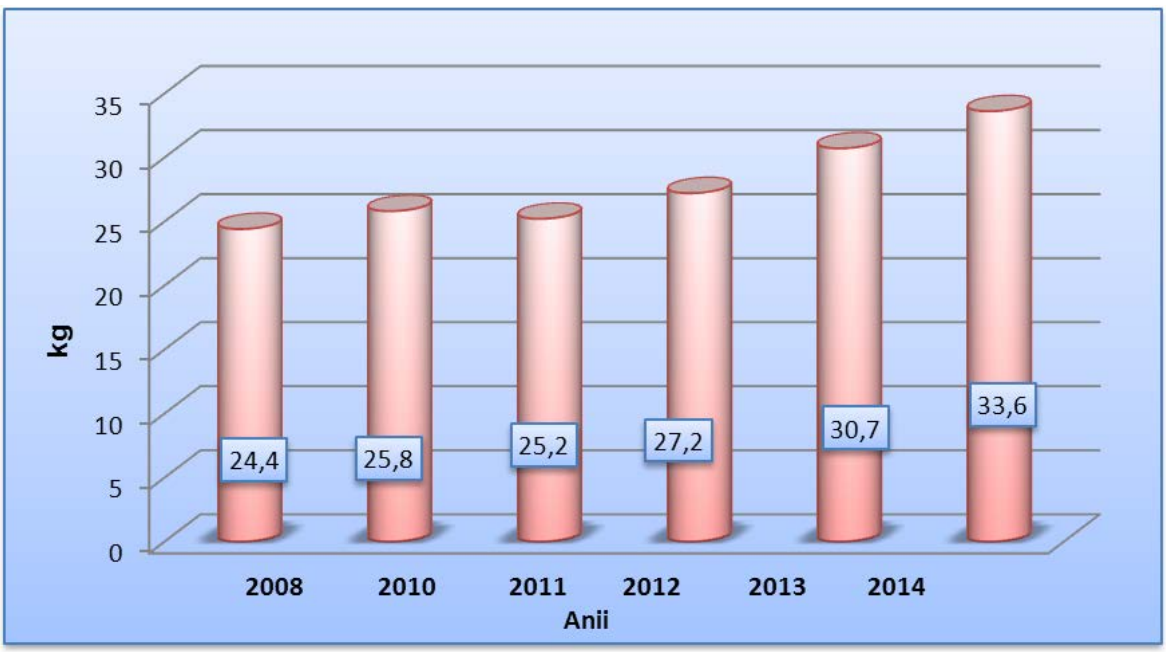



**Figura 3.** *Producţia de miere obţinută în medie de la o familie de albine, kg (anii 2008-2014)*

Floarea-soarelui este cultivată în ţara noastră ca principala plantă oleaginoasă, seminţele având un conţinut în ulei de 40–41%. Înfloreşte în a doua jumătate a lunii iunie, timp de 30 zile. Durata înflorii unui calatidiu durează 10 zile, începând cu florile marginale, iar a unei flori tubuloase – 24-36 ore.

Lanurile de floarea-soarelui sunt vizitate de albine pe tot parcursul zilei, mai intens între orele 10–15, când temperatura aerului este de 30–32$^0$C. Producţia de miere de la această cultură variază între 30 şi 120 kg/ha, fiind influenţată de condiţiile pedo-climatice, sol şi agrotehnica aplicată.

Rapiţa înfloreşte în perioada sfârşitul lunii aprilie-prima jumătate a lunii mai. Producţia de miere variază între 35–100 kg/ha.

Hrişca înfloreşte în iunie, timp de 30 de zile. Secreţia de nectar este mai mare la temperaturi moderate, motiv pentru care albinele vizitează florile mai ales în cursul dimineţii. Producţia de miere la hrişcă variază între 30-100 kg/ha.

Cele mai mari suprafeţe de culturi agricole în Republica Moldova sunt ocupate de cultura floarea-soarelui, media pe ultimii 5 ani constituind 223 910,6 ha, cu variaţii între 193301-252912 ha. Pe parcursul ultimilor ani se observă o creştere a suprafeţelor de floarea-soarelui, cu 30,8% mai mult faţă de anul 2010 (Tab. 1).

***Tabelul 1.*** *Media suprafeţelor cultivate cu culturi agricole în ultimii 5 ani (2010-2014) în zonele Republicii Moldova, ha*

| Culturile agricole | Media pe 5 ani | Regiunile | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nord | Centru | Sud |
| Floarea-soarelui | 223.910,6 | 95.492,8 | 51.607,6 | 76.810,2 |
| Rapiţă | 28.450,6 | 8.163,8 | 4.840 | 15.446,8 |
| Hrişcă | 265 | 194,6 | 50,4 | 20 |

Floarea-soarelui ocupă în regiunea de Nord o suprafaţă de 95492,8 ha sau 42,65%, în zona Sud – 76810,2 ha sau 34,30% şi în cea de Centru – 51607,6 ha sau 23,05%.

Suprafeţele cultivate cu rapiţă constituie, în medie, 28450,6 ha (6.104-41.140 ha). În anul 2014 suprafeţele de rapiţă s-au redus cu 34,2%. În regiunea de Sud rapiţa este cultivată pe o suprafaţă de 15446,8 ha sau cu 52,8% mai mult faţă de zona de Nord şi cu 68,9% faţă de Centru. În zona de Nord se cultivă cel mai mult hrişca, pe o suprafaţă de 194,6 ha, în Centru şi în Sud această cultură ocupând 50,4 ha şi, respectiv, 20 ha. Hrişca este cultivată în medie pe o suprafaţă de 265 ha cu variaţia între 76 şi 587 ha, ponderea cea mai mare a suprafeţelor cultivate fiind în zona de Nord.

Plantele medicinale sunt surse nectaro-polinifere importante pentru apicultură. Dintre plantele medicinale cultivate în RM, salvia şi levănţica, prezintă cel mai mare interes pentru apicultori. Acestea ajută la menţinerea activităţii familiilor de albine şi la o bună pregătire a lor pentru iernare, deoarece înflorirea lor se întinde pe un interval mare de timp, acoperind golul de cules de la sfârşitul vierii - începutul toamnei.

Salvia este o plantă foarte valoroasă, înfloreşte din iunie până în septembrie. Producţia de miere la hectar variază între 200-400 kg.

Levenţica este un semiarbust cu o perioadă lungă de înflorire, producţia de miere la hectar variind între 50-120 kg.

Media suprafeţelor cultivate cu plante medicinale a variat în ultimii cinci ani în limitele a 562 ha (levănţică) şi 1217,2 ha (salvie). În regiunea Centru sunt înregistrate cele mai mari masive de plante medicinale, ocupând între 481,8-475,8 ha sau 39,58-84,66% din suprafeţele totale (Tab. 2).

De menţionat că suprafeţele de salvie s-au redus în anul 2014 de 2,82 ori faţa de anul 2010, iar suprafeţele de levănţică s-au majorat de 1,2 ori în aceeaşi perioadă.

Printre plantele nectaro-polinifere care prezintă interes pentru apicultură în perioada de primăvară devreme sunt pomii şi arbuştii fructiferi care se cultivă pe suprafeţe mari. Dintre speciile principale putem menţiona mărul, caisul, prunul, cireşul şi vişinul. Datorită extinderii mari şi speciilor pomicole

**Tabelul 2.** *Media suprafeţelor cultivate cu plante medicinale în Republica Moldova, ha*

| Culturile agricole | Media pe 5 ani | Regiunile | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nord | Centru | Sud |
| Salvie | 1217,2 | 358,2 | 481,8 | 377,2 |
| Levănţică | 562 | 55,2 | 475,8 | 30,6 |

variate, precum şi înfloritului timpuriu eşalonat, primăvara, într-o perioadă în care flora meliferă este slab reprezentată, plantaţiile de pomi fructiferi (livezile) ocupă un loc de frunte prin bogatul cules de întreţinere pe care-l furnizează albinelor. În regiunile României cu plantaţii masive şi în ani favorabili, de la pomii fructiferi se pot obţine producţii de miere de 5-8 kg/familie, când familiile realizează zilnic sporuri cuprinse între 1 şi 4 kg (Mâţu, A. 2015).

Mărul este o specie pomicolă valoroasă, oferind secreţii de nectar şi polen. Înfloreşte în aprilie-mai, iar producţia de miere la hectar variază între 30-40 kg. Caisul înfloreşte înainte de înfrunzire, în martie-aprilie, producţia de miere fiind de 20-40 kg. Prunul înfloreşte în luna aprilie, oferă albinelor polen şi nectar, iar producţia de miere variază între 20-30 kg/ha. Cireşul şi vişinul de asemenea furnizează albinelor nectar şi polen, înfloresc în luna aprilie, iar producţia de miere variază între 20-30 kg/ha (Eremia, N. 2009).

Suprafeţele cultivate cu măr constituie în medie 31653 ha, cu variaţii între 30942 şi 32486 ha. În ultimii ani, suprafeţele de măr s-au redus cu 4,75%.

Ponderea cea mai mare a suprafeţelor cultivate cu măr revine zonei de Nord – 21283,8 ha. În zona de Centru sunt cultivate 7094,4 ha şi în Sud – 3271,8 ha (Tab. 3).

**Tabelul 3.** *Media suprafeţelor pomilor fructiferi (2010-2014)*

| Pomii fructiferi, ha | Media pe 5 ani, Republică | Regiunile | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nord | Centru | Sud |
| Meri | 31.653 | 21.283,8 | 7.097,4 | 3.271,8 |
| Caişi | 998 | 238,4 | 472 | 287,6 |
| Pruni | 9.645,6 | 2.465,2 | 4.594,2 | 2.586,2 |
| Cireşi | 1.506,4 | 610,8 | 678,4 | 217,2 |
| Vişini | 684 | 236,4 | 306 | 141,6 |

Suprafeţele cultivate cu prun constituie în medie 9645,6 ha, cu cireş – 1506,4 ha, cu cais – 998 ha, cu vişin – 648 ha. La speciile nominalizate, ponderea cea mai mare a suprafeţelor cultivate revine zonei de Centru.

Plantele nectaro-polinifere din ocolul silvic de asemenea prezintă o sursă valoroasă de hrană pentru albine şi oferă un cules productiv. Printre speciile principale putem menţiona teiul, salcâmul alb, castanul, salcia, arţarul etc.

Salcâmul prezintă o importanţă deosebită deoarece asigură culesul principal de primăvară. Producţia de miere variază în funcţie de modul în care sunt plantaţi arborii: cei plantaţi rar produc 1100-1700 kg miere/ha, cei din masiv 900-1500 kg/ha, iar arboretul – 300-700 kg/ha (Lazăr, Şt. 2002).

După potenţialul melifer şi suprafaţa ocupată teiul se situează după salcâm. Teiul intră în componenţa pădurilor de foioase din zonele de câmpie, dar şi de deal, unde creşte în amestec cu alte specii sau în păduri pure.

Arţarul este cunoscut prin mai multe specii, reprezentând o sursă meliferă valoroasă datorită faptului că înfloreşte timpuriu (luna mai), când, în general, flora meliferă este mai puţin abundentă, asigurând o bună dezvoltare familiilor de albine prin aportul de nectar şi polen.

Castanul este un arbore ornamental care înfloreşte în perioada aprilie-mai, oferind importante culesuri de polen şi nectar şi contribuind la întărirea familiilor de albine în vederea culesului de la salcâmul alb.

Salcia înfloreşte în lunile aprilie–mai, oferind culesuri de nectar şi polen timp de 14 -20 zile. Producţia de miere variază între 100-200 kg.

Cele mai importante masive de tei (4215,9 ha) şi salcâm (422169 ha) se găsesc în regiunea de Centru a Republicii Moldova (Tab. 4).

În sudul Republicii Moldova sunt atestate cele mai mici suprafeţe de castan şi tei – 1,3 ha şi, respectiv, 76,2 ha.

Aşadar, putem menţiona că baza meliferă în Republica Moldova prezintă o largă varietate de specii

**Tabelul 4.** *Suprafaţa plantelor nectaro-polinifere din ocolul silvic, 2014, ha*

| Regiunile/plantele | Tei | Salcâm | Castan | Salcie | Arţar |
|---|---|---|---|---|---|
| Mun. Chişinău | 25,8 | 1640,3 | 0,1 | 8,5 | 75,2 |
| Nord | 288,2 | 19920,7 | 16,1 | 598,6 | 1822,6 |
| Centru | 4190,1 | 40576,6 | 2,7 | 1132,1 | 1458,6 |
| Sud | 76,2 | 36492,6 | 1,3 | 1448,8 | 1001,9 |
| **Total** | **4580,3** | **98630,2** | **20,2** | **3188** | **4358,3** |

în diverse regiuni, iar utilizarea eficientă a familiilor de albine oferă posibilităţi de valorificare a rezervelor de nectar şi de polenizare a culturilor entomofile, cea ce determină sporirea producţiei şi îmbunătăţirea calităţii fructelor şi semînţelor.

## CONCLUZII

1. Efectivul familiilor de albine a crescut în ultimii ani de 1,26 ori faţă de anul 2008, constituind 124330 în anul 2015. Odată cu aceasta a sporit şi producţia globală de miere, de la 2403 t (2008) până la 3896 t (2015). O familie de albine a produs 24,4 kg în 2008, ajungând la 33,6 kg în 2015, ceea ce este cu 37,7% mai mult.

2. S-a constatat că ponderea suprafeţelor plantelor nectaro-polinifere din Republica Moldova care prezintă interes pentru apicultură, revine, în medie, culturilor agricole (floarea-soarelui – 223910,6 ha, rapiţă – 28450,6 ha şi hrişcă – 265 ha), culturilor medicinale (salvie – 1217,2 ha, levănţică – 562 ha), pomilor fructiferi (meri – 31653 ha, caişi – 998 ha, pruni – 9645,6 ha, cireşi – 1506,4 ha, vişini – 684 ha), plantelor din ocolul silvic (tei – 4580,3 ha, salcâm alb – 98630,2 ha, castan – 20,2 ha, salcie – 3188 ha, arţar – 4358,3 ha).

3. Folosirea stupăritului pastoral oferă posibilităţi de utilizare a culesurilor nectaro-polinifere pe parcursul sezonului apicol şi de polenizare a culturilor entomofile, ceea ce ar determina creşterea producţiei şi calităţii fructelor şi semînţelor.

## REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

1. BILAŠ , N. (2003). Sravnitel'nyj analiz belkovyh zamenitelej. V: Pčelovodstvo, nr. 1, s. 53-54.
2. BURA, M., PĂTRUICĂ, S. (2003). Nutriţia şi alimentaţia albinelor. Timişoara: Agroprint. ISBN 973-8287-18-9.
3. BURMISTROV, A., DROZDOV, V. (2001). Medovyj potencial Rosii i ispol'zovanie ego pčelami. V: Pčelovidstvo, nr. 7, s. 26-28.
4. BURENIN, N., KOTOVA, G. (1977). Spravočnik po pčelovodstvu. Moskva: Kolos. 366 s.
5. ČEREVKO, Û. (2001). Priusadebnye hozâstva. Pčelovodstvo. Moskva: ËKSMO Press. 368 s.
6. CHIRILĂ, A., PĂTRUICĂ, S. (2005). Tehnologii apicole moderne. Stupăritul pastoral. 162 p.
7. CRANE, E. (1979). Mierea. Bucureşti: Apimondia. 54 p.
8. EREMIA, N. (2009). Apicultura. Chişinău. 350 p. ISBN 978-9975-9823-6-8.
9. GAJDAR, V. (2001). Tipy karpatskih pčel. V: Pčelovodstvo, № 3, s. 25-27.
10. GAJDAR, V. PONOMARENKO, V. (2007). 40 let sistematičeskogo izučeniâ karpatskih pčel. V: Pčelovodstvo, № 1, s. 16-17.
11. GALBEN, D. (2013). Mierea, un produs scump şi pe timp de vară [acesat: 02.09.2015]. Disponibil: http://www.timpul.md/articol/mierea-un-produs-scump-i-pe-timp-de-vara-47406.html
12. KLIMENKOVA, E., KUŠNIR, E. BAČILO, A. (1980). Medonosnye i medozbor. Minsk: Uradžaj. 280 s.
13. KODES', L. (2002). Tehnologiâ proizvodstva pererabotki i standartizacii produktov pčelovodstva v Dal'nevostočnom regione. Ussurijsk. 165 s.
14. KODES', L. PULINEC, E. (2004). Slagaemye kačestva matok. V: Pčelovodstvo, № 5, s. 15-14. ISSN 0369-8629.
15. LAZĂR, Şt. (2002). Bioecologie şi tehnologie apicolă. Iaşi: Alfa. 334 p. ISBN 973-8278-11-2.
16. LEBEDEV, V. BILAŠ, N. Pitatel'naâ cenoct' kormov i podkormka semej. V: Pčelovodstvo,1995, № 1, 16-20 s.
17. MÂŢU, A. Baza meliferă. [accesat: 19.08.15]. Disponibil: https://ru.scribd.com/doc/77287247/BAZA-MELIFER%C4%82
18. MERCUR'EVA, E. (1970). Biometriâ selekcii i genetiki sel'skohozâjstvennyh životnyh. M.: Kolos. 312 s.
19. PĂTRUICĂ, S., BURA, M., BANATEAN, D., POPESCU, I., SIMIZ, Eliza, SCHIOPESCU, P. (2005). Research on the influence of some apiary biostimulators on the development of bee families salping in the autumn season. In: Lucrări şt., USAMV BT. Seria Zootehnie şi Biotehnologii, pp. 88-100. ISSN 1221-5287.
20. PLOHINSKIJ, N. (1971). Rukovodstvo po biometrii dlâ zootehnikov. Moskva: Kolos. 259 s.
21. ROGALA, R., SZYMAS, B. (2004). Nutritional value for bees of pollen substitute enriched with synthetic amino acids. Part II Biological methods. In: Journal of Apicultural Science, vol. 48, nr. 1, pp. 29-36.
22. RODNOVA, V. (2003). Goskomstat o pčelovodstve 2002. V: Pčelovodstvo, № 8, s. 3-4.
23. SIDARENKO, P. i dr. (2010). Ocenka ispol'zovaniâ i ulučšenie bioresursov potenciala lesov i sel'skohozâjstvennyh ugodij dlâ medosbora Rostovskoj oblasti: nauč.-metodič. rekomendacii. Novočerkassk. 47 s.
24. SIDARENKO, P. (2015). Prognoz i sroki cveteniâ osnovnyh medonosov Rostovskoj oblasti [prosmotr: 04.02.2015]. Dostup: http://rusagroug.ru/articles/1344
25. UL'ÂNIČEV, E., KRIVCOV, N. (2003). Problemy otrasli. V: Pčelovodstvo, № 1, s. 3-5.

Data prezentării articolului: 21.09.2015
Data acceptării articolului: 21.10.2015

CZU 637.5’692.054

# VARIAȚIA COMPOZIȚIEI CHIMICE A CĂRNII DE IEPURE DE CASĂ ÎN FUNCȚIE DE VÂRSTĂ

***Tatiana MARDARI***
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** According to its chemical composition, rabbit meat is superior to beef, mutton and pork, as it is relatively low in fat and contains more protein. This paper presents the results of a study on the variation of chemical composition of rabbit meat slaughtered at the age of 2, 4 and 7 months. The initial humidity of the meat is on average 68.28%, while the hygroscopic humidity in the rabbits slaughtered at the age of 2 months constitutes 3.17% and it is at the highest level (compared to 2.95% at the age of 7 months). The dry matter constitutes on average 26.46% and the organic one - 25.46%. The highest values of these indices were recorded at the age of 7 months - 31.76% (dry matter) and 31.03% (organic matter). The highest quality of rabbit meat could be obtained from the age of 2 to 4 months when the ratio between water and dry matter constitutes 3.31/1 and 3,09/1.3.31/1 respectively.

**Key words:** Rabbit meat; Fat; Proteins; Dry matter; Humidity; Rabbits; Age.

**Rezumat.** După compoziția chimică, carnea de iepure este superioară cărnii de vită, precum şi celei de oaie sau de porc, conține puțină grăsime şi relativ mai multă proteină. În acest articol sunt prezentate rezultatele unui studiu privind variația compoziției chimice a cărnii de iepuri sacrificați la vârsta de 2, 4 şi 7 luni. Umiditatea inițială din carne constituie, în medie, 68,28%, umiditatea higroscopică la iepurii sacrificați la 2 luni constituie 3,17% şi este la cel mai înalt nivel (față de 2,95% la 7 luni de viață). Substanța uscată constituie, în medie, 26,46%, iar cea organică – 25,46%, cele mai înalte valori ale acestor indici înregistrându-se la vârsta de 7 luni – 31,76% (substanța uscată) şi 31,03% (substanța organică). Carnea de iepure este de cea mai bună calitate la vârsta de la 2 la 4 luni, când raportul dintre apă şi substanța uscată constituie 3,31/1 şi respectiv 3,09/1.

**Cuvinte-cheie:** Carne de iepure; Grăsime; Proteine; Substanță uscată; Umiditate; Iepuri de casă; Vârstă.

## INTRODUCERE

Majoritatea iepurilor de casă sunt valorificați pentru producția de carne. În acest scop se sacrifică tineretul crescut în mod special, precum şi iepurii de casă adulți reformați de la reproducție.

Carnea de iepure poate fi folosită şi la fabricarea mezelurilor de calitate superioară. Prin fierbere, prăjire sau coacere la grătar, carnea de culoare albă a iepurilor crescuți în condiții speciale rămâne cu un gust excelent, spre deosebire de cea provenită de la iepurii de câmp, care este de culoare roşie. Calitățile gustative ale cărnii de iepure sunt date atât de compoziția chimică, cât şi de valoarea calorică a acesteia (Zvonorev, N. 2011).

Iepurii de casă au o carne deosebit de valoroasă, cu circa 20% proteine, având în acelaşi timp un conținut redus de grăsimi (3-5%). În plus, această carne este bogată în substanțe minerale (săruri, fier, calciu, fosfor), vitamine (mai ales din grupa B) şi microelemente (cupru, cobalt şi zinc). Un element valoros adițional al cărnii de iepure, din punct de vedere al nutriției umane, este asimilarea proteinelor acesteia în proporție de 90%. Merită menționate şi cantitățile reduse de colesterol din această carne, motiv pentru care este recomandată persoanelor cu risc de afecțiuni cardiace şi circulatorii.

Carnea de iepure de casă provine, în principal, din ferme cu creştere tradițională (40%), din cele cu creştere intermediară (33%) şi din exploatațiile cu scop comercial (27%).

La carnea de iepure, țesutul muscular reprezintă 80%. Valoarea nutritivă a100 de grame carne de iepure o constituie 112 kcal, 23 g proteină digestibilă, 2 g grăsime şi 1g cenuşă (săruri minerale) (Popa, G. 1988).

M. Baklanov (1971) menționează că acest tip de carne conține de 1,5 ori mai multă proteină decît cea de porc şi de 1,3 ori mai multă față de carnea de oaie. Această proteină este asimilată de către organismul uman în proporție de 90%, pe când cea de vită – în proporție de 60 %. Grăsimea se depune între fibrele musculare şi dă cărnii un aspect marmorat, iar cea internă este depusă la rinichi, inimă şi intestine.

Conform lui N.Tinaev (2004), compoziția chimică a cărnii la diferite animale diferă: carnea grasă de iepure conține 59,8% apă, cea slabă – 69,7% , cea de iepure de vânat – 74,2%. Conținutul de grăsime, de asemenea, diferă: un iepure gras are 18,9%, un iepure slab – 8%, carnea de vânat – doar 1,1%. Cenuşa variază în limitele a 1,1% ,1,4% şi, respectiv, 1,2%.

Abordarea acestei teme a fost impusă de faptul că literatura de specialitate consemnează carnea de iepure ca dietetică, valoroasă nutrițional, însă fără a prezenta variația compoziției chimice în funcție de vârstă.

## MATERIAL ŞI METODĂ

În vederea obținerii unui rezultat concludent, trebuie respectate cu strictețe instrucțiunile privind recoltarea probelor de carne, deoarece de această operațiune depinde eficiența examenelor de laborator. Recoltarea probelor se face de către personalul autorizat (medici veterinari, tehnicieni, inspectori etc.), conform normelor GOST 27747-88.

La transportarea probelor în laborator este necesar de a asigura depozitarea lor în condiții care să prevină orice modificare a numărului de microorganisme prezente în ele. În timpul transportării nu se permite congelarea probelor recoltate, îndeosebi iarna.

Din carnea prezentată pentru analiză chimică se iau la alegere probele de carne cu greutatea nu mai mică de 200g, care ulterior se trece de 2 ori prin maşina de tocat pentru o omogenizare cât mai bună. Din momentul prelevării şi până la efectuarea analizelor, probele se păstrează la temperatura de 0-2$^0$C, nu mai mult de 24 de ore (Panfilie, R. 2002).

Mostrele de laborator trebuie păstrate până la obținerea rezultatelor sau, dacă este necesar, în cazuri speciale, mai mult. Mostrele se ambalează în recipiente sterile sau pungi din plastic şi se păstrează la temperatura de depozitare a produsului dat. Produsele proaspete refrigerate se păstrează în condiții de congelare.

La finalizarea investigațiilor, înainte de a se arunca, mostrele de laborator se decontaminează (GOST 9792-73).

Umiditatea inițială şi higroscopică a fost determinată prin metoda uscării la etuvă, după Drozdenko, N. (1981).

În stare naturală, carnea conține o anumită cantitate de apă, numită umezeală higroscopică. Metoda aplicată se bazează pe evaporarea apei la uscarea probei de carne în termostat, la temperatura de 62-65$^0$C pentru determinarea umidității inițiale şi de 103-105$^0$C pentru determinarea umidității higroscopice, până se obține masa constantă.

Calculul rezultatelor se realizează după formula:

$$Apă = \frac{g1 - g2}{g1 - g} x\ 100 \quad (1)$$

în care:

g – greutatea fiolei goale în grame;

$g_1$ – greutatea fiolei cu proba înainte de uscare;

$g_2$ – greutatea fiolei cu proba după uscare.

Determinarea cenuşii brute

Metoda se bazează pe arderea probei de carne la temperatura de 550-600şC, timp de 5-6 ore.

Calculul rezultatului se realizează după formula:

$$Cenuşa\ (gr,\ \%) = \frac{G1}{G} x\ 100 \quad (2)$$

în care:

G – cantitatea de produs luată în analiză (g);

$G_1$ – cantitatea de cenuşă după calcinare (g).

Cenuşa astfel obținută poate fi folosită în continuare pentru alte analize, cum ar fi determinarea elementelor chimice, alcalinitatea cenuşii ş.a.

Determinarea substanțelor proteice prin metoda Kjeldhal

Determinarea substanțelor proteice prin metoda Kjeldhal presupune dozarea azotului total cu ajutorul dispozitivului Parnas-Wagner, rezultatul înmulțindu-se cu coeficientul 6,25.

Conținutul de substanțe proteice se calculează după formula:

$$Substanțe\ proteice\ (\%) = \frac{(V - V_1)\ x\ 0{,}0014\ x\ 6{,}25\ x\ 100}{g} \quad (3)$$

în care:

V – cantitatea (ml) de acid sulfuric n/10 din balonul de titrare;

$V_1$ – cantitatea (ml) de hidroxid de sodiu n/10 folosiți la titrarea excesului de acid;

g – cantitatea de produs luată pentru analiză;

6,25 – cantitatea de substanțe proteice corespunzătoare unui gram de azot.

Determinarea grăsimii brute după metoda Soxhlet.

Principiul metodei se bazează pe fierberea probei pentru analiză cu acid clorhidric diluat pentru eliberarea fracţiunii lipidice înglobate şi legate, filtrarea masei rezultate, uscarea şi extracţia cu n-hexan sau eter de petrol a grăsimii rămase pe filtru.

Calculul se realizează după formula:

$$Conţinutul\ de\ grăsime\ totală\ al\ probei,\ \% = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} x\ 100 \quad (4)$$

în care:

$m_0$ – masa probei pentru analiză, g;

$m_1$ – masa balonului de extracte cu bucăţelele de porţelan pentru fierbere, g;

$m_2$ – masa balonului şi a bucăţelelor de porţelan cu grăsime, după uscare, g.

Drept rezultat se ia media aritmetică a două determinări, care se raportează rotunjit la o zecimală.

Determinarea substanţei uscate, a substanţelor organice şi a umidităţii totale se face prin metodele de calcul:

$$UT = UH + UI \quad (5)$$

$$100\% - \%UT = \%SU \quad (6)$$

$$SU - Cen = SO \quad (7)$$

## REZULTATE ŞI DISCUŢII

Din carnea obţinută de la sacrificarea a câte 4 capete din fiecare lot experimental s-au obţinut 12 probe de carne cu greutatea de 200 g. La fiecare probă s-au efectuat toate determinările de laborator ce ţin de indicii: umiditate, substanţa uscată şi organică, grăsime, proteine, substanţe minerale.

Compoziţia chimică a cărnii este diferită chiar în cadrul aceleiaşi specii, variind de la un individ la altul în funcţie de raportul dintre diferite ţesuturi, de vârsta animalului, de starea de îngrăşare etc.

Apa reprezintă elementul principal al produselor alimentare de origine animală în stare naturală faţă de produsele care au o umiditate mult mai mică.

În tabelul 1 sunt redate rezultatele obţinute în urma determinării umidităţii iniţiale, higroscopice şi totale a apei din carnea proaspătă de iepure.

**Tabelul 1.** *Dinamica umidităţii în produsul natural, %*

| Indicii / Vârsta | Umiditatea iniţială | | | Umiditatea higroscopică | | | Umiditatea totală | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X \pm S_x$ | V,% | ó | $X \pm S_x$ | V,% | ó | $X \pm S_x$ | V,% | ó |
| 2 luni | * 73,63±0,23 | 0,63 | 0,46 | 3,17±0,05 | 3,579 | 0,11 | 76,80±0,20 | 0,53 | 0,40 |
| 4 luni | *** 72,55±0,31 | 0,88 | 0,63 | 3,02±0,22 | 15,08 | 0,45 | *** 75,58±0,40 | 1,07 | 0,81 |
| 7 luni | *** 65,28±1,90 | 5,82 | 3,80 | 2,95±0,23 | 16,03 | 0,47 | *** 68,24±1,77 | 5,20 | 3,55 |
| Conform reglementărilor tehnice ale RM, (%) | 66,8 | - | - | 3,00 | - | - | 69,8 | - | - |

*B = 0,95; ***B = 0,999.

Rezultatele expuse în tabelul 1 ne dau posibilitatea să menţionăm că umiditatea totală, în medie, constituie 73,54% , cu variaţia cuprinsă între 76,80% şi 68,24%. Conform reglementărilor tehnice ale Republicii Moldova, umiditatea totală din carnea de iepure trebuie să constituie 69,8%.

Umiditatea iniţială din carne constituie, în medie, 68,28%, reglementările tehnice stabilind pentru aceasta o valoare de 66,80%.

Umiditatea higroscopică la iepurii sacrificaţi la 2 luni constituie 3,17% (faţă de 2,95% la 7 luni de viaţă). Conform normelor, valorile acestui indice sunt mai mari cu 0,17%.

La determinarea criteriului de autenticitate a umidităţii în carne în funcţie de vârste s-au obţinut date autentice după gradele I, II şi III de autenticitate.

Carnea este formată din apă şi substanţă uscată. Substanţa uscată concentrează în ea toate elementele

cu valoare nutritivă, deci calitatea cărnii este definită în primul rând de raportul apă/substanţă uscată. La cărnurile de bună calitate acest raport trebuie să fie de 3/1.

În tabelul 2 sunt redate rezultatele dinamicii substanţei uscate şi a substanţei organice din carnea analizată.

**Tabelul 2.** *Dinamica substanţei uscate şi organice în carnea de iepure, %*

| Indicii / Vârsta | Substanţa uscată | | | Substanţa organică | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X \pm S_x$ | V,% | ó | $X \pm S_x$ | V,% | ó |
| 2 luni | 23,20±0,20 | 1,76 | 0,40 | 22,05±0,16 | 1,46 | 0,32 |
| 4 luni | * 24,42±0,40 | 3,32 | 0,81 | * 23,28±0,40 | 3,48 | 0,81 |
| 7 luni | *** 31,76±1,77 | 11,18 | 3,55 | *** 31,03±1,75 | 11,31 | 3,51 |
| Conform reglementărilor tehnice ale RM, (%) | 30,2 | - | - | 29,1 | - | - |

*B = 0,95; ***B = 0,999.

Conform rezultatelor obţinute, substanţa uscată constituie, în medie, 26,46%, iar cea organică – 25,46%. Cele mai înalte valori ale acestor indici se înregistrează la vârsta de 7 luni – 31,76% substanţă uscată şi 31,03% substanţă organică. Datele obţinute nu diferă semnificativ de normele reglementate din ţara noastră.

Carnea de iepure atinge cel mai înalt nivel al calităţii la vârsta de la 2 la 4 luni, când raportul dintre apă şi substanţa uscată constituie 3,31/1 şi respectiv 3,09/1.

Datele obţinute sunt autentice după I-ul şi al III-lea grad de autenticitate.

Proteinele reprezintă ţesutul muscular şi constituie componentul cel mai important al cărnii.

Grăsimea înregistrează componenţa cea mai variabilă a cărnii, proporţia ei fiind direct influenţată de specie, vârstă, rasă, gen şi, în mod particular, de starea de întreţinere a animalelor.

Conţinutul excesiv de grăsime reduce însă calitatea nutritivă a cărnii, deoarece duce la micşorarea procentului de proteine.

Conţinutul de substanţe minerale din carne include potasiu, fier, fosfor, sulf, sodiu, magneziu, cantităţi mai reduse de calciu etc. Prezenţa fierului uşor asimilabil în carne favorizează formarea globulelor roşii din sânge.

În tabelul 3 sunt redate rezultatele obţinute în urma determinării chimice a cantităţii de grăsime, proteine şi substanţe minerale în carnea de iepure.

**Tabelul 3.** *Dinamica grăsimii, proteinei şi substanţelor minerale în carnea de iepure, %*

| Indicii / Vârsta | Grăsimea brută | | | Proteina brută | | | Substanţe minerale | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X \pm S_x$ | V,% | ó | $X \pm S_x$ | V,% | ó | $X \pm S_x$ | V, % | ó |
| 2 luni | 3,15±0,21 | 13,81 | 0,43 | 18,90±0,32 | 3,41 | 0,64 | 1,14±0,05 | 8,80 | 0,10 |
| 4 luni | 3,57±0,13 | 7,68 | 0,27 | 19,71±0,31 | 3,21 | 0,63 | 1,12±0,00 | 1,67 | 0,01 |
| 7 luni | ** 12,06±2,15 | 35,74 | 4,31 | 18,96±0,60 | 6,37 | 1,20 | *** 0,72±0,05 | 15,17 | 0,11 |
| Conform reglementărilor tehnice ale RM, (%) | 9,5 | - | - | 20,2 | - | - | 1,1 | - | - |

**B = 0,99; ***B = 0,999.

Conform rezultatelor obţinute, conţinutul de grăsime în carnea de iepure variază între 3,15% la 2 luni şi 12,06% la 7 luni. Observăm deci că după vârsta de 4 luni încep depunerile abundente de grăsime, ceea ce influenţează asupra calităţii cărnii.

Cantitatea de proteine în carnea de iepure constituie 18,90% la 2 luni de viaţă şi 18,96% la 7 luni. Constatăm că acest indice nu variază şi nu este atât de influenţat de factorii interni şi externi faţă de alţi indici. Cel mai înalt nivel se înregistrează la 4 luni – 19,71%.

Substanţele minerale, de asemenea, au un grad mic de variaţie – 1,14% la 2 luni şi 0,72% la 7 luni,

comparativ cu 1,1% , conform reglementărilor tehnice ale Republicii Moldova. Se observă că pe măsură ce se depune mai multă grăsime, cantitatea de substanțe minerale din carne scade.

Datele obținute sunt autentice după al II-lea şi al III-lea grad de autenticitate.

Rezultatele indicate de analizele de laborator pentru conținutul de grăsime, proteine şi substanțe minerale la fel s-au încadrat în limite normale.

## CONCLUZII

Analizele fizico-chimice ale cărnii de iepure luate în studiu au prezentat, în medie, o umiditate totală de 68,24±1,77 g apă/100 g carne, 19,02 g proteină/100g carne, 9,58 g grăsime/100 g carne şi 1,12 g cenuşă /100 g carne. Substanța uscată constituie 26,46%, iar cea organică 25,46%.

Carnea de iepure are o compoziție chimică apropiată de cea a cărnii de pasăre. Datorită calităților sale gustative, dar şi a celor nutriționale, recomandăm consumul cărnii de iepure pentru o dietă sănătoasă sau înlocuirea în alimentație a cărnii provenite de la alte specii cu carnea de iepure.

Recomandăm sacrificarea iepurilor de casă de la vârsta de 4 luni de viață, carnea având la această etapă cel mai înalt nivel de calitate, iar realizarea pe piață a acestor carcase asigurându-ne un profit mai mare.

Recomandăm, de asemenea, elaborarea şi înfăptuirea unui program adecvat de acțiuni care să contribuie la sporirea efectivelor şi a producției de carne de iepuri, în special în sectorul privat al economiei agricole.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BAKLANOV, Ě. (1971). Kroliki – sovety po uhodu, kormleniů, lečeniů krolikov. Moskva. 120 s.

2. Carne - materie primă. Producerea, importul şi comercializarea: reglamentare tehnică: Hotărîrea Guvernului nr. 696 din 04.08.2010. In: Monitorul Oficial al RM, nr. 141-144, pp. 50-56.

3. DROZDENKO, N., KALININ, V., RAECKAÂ, Ű. (1981). Metodičeskie rekomendacii po himičeskim i biohimičeskim issledovaniâm produktov životnovodstva i kormov. Moskva. 253 s.

4. GOST 27747-88 Carne de iepure. Specificații. 32 p.

5. GOST 9792-73 Kolbasnye izdeliâ i produkty iz svininy, baraniny i mâsa drugih vidov ubojnyh životnyh i ptic. Pravila priemki i metody otbora prob. 11 p.

6. PANFILIE, R., PROCOPIE, R. (2002). Metode fizice, chimice şi fizico-chimice utilizate în determinarea calității: indicație metodică nr. 17. Iaşi: Calita. 182 p.

7. POPA, G. (1973). Ghid pentru controlul alimentelor de origine animală. Bucureşti: Ceres. 230 p.

8. TINAEV, N. (2004). Razvedenie krolikov (Praktičeskie sovety). Moskva: Del'ta. 34 s.

9. ZVONOREV, N. (2011). Pribyl'noe razvedenie krolikov. Porody, kormlenie, uhod. 66 s.

Data prezentării articolului: 21.09.2015
Data acceptării articolului: 25.11.2015

УДК 636.2:599.735.51

# СТРУКТУРА ЛОКУСА αS1-CN У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ

***Т.А. ЛУПОЛОВ[1], В.С. ПЕТКУ[2], В. Н. НАУМЕНКО[1], Е.Ю. ГУМИНСКАЯ[1]***

*[1]Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина, Республика Беларусь,*

*[2]Государственный аграрный университет Молдовы*

**Abstract.**The article deals with the polymorphism of the protein αS1-CNmilk estonian red and black-motley cows of Moldovan type. The highest frequency 0,9354 and 0,8548 for type αS1-CN$^{A}$ was established. The interrelation of a locus in both populations of cows with such productive qualities as: amount of the obtained milk, the content of fat in milk and an outlet of the dairy fat is found. Genotype BC at black and motley cows a genotype BB has advantage in the population of red Estonian breed.

**Key words**: Cows; Estonian Red breed; Moldavian Black Spottewd breed; Genotype; Genetic polymorphism; Lactoprotein; Yield.

**Реферат**. В статье приводится информация о полиморфизме белка αS1-CNмолока красных эстонских и черно-пестрых коров молдавского типа. Установлена самая высокая частота 0,9354 и 0,8548 для типа αS1-CN$^{B}$. Обнаружена взаимосвязь локуса в обеих популяциях коров с такими продуктивными качествами, как количество надоенного молока, содержание жира в молоке и выход молочного жира. В популяции красной эстонской породы преимуществом обладал генотип ВС, у черно-пестрых коров генотип ВВ.

**Ключевые слова:** Коровы; Эстонская красная порода; Молдавский тип черно-пестрой породы; Генотип; Генетический полиморфизм; Лактопротеин; Продуктивность.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ведущие лаборатории мира (INRA, Capgenes) разрабатывают практические рекомендации по определению взаимодействия локусов QTL (Quantitative Trait Loci) не только с уровнем продуктивности, но и качеством молока как сырья для дальнейшей переработки. Качественная оценка молока-сырья с использованием маркеров, основанных на полиморфизме лактопротеинов, способствуют не только выяснению закономерностей динамики структуры пород селекционируемых сельскохозяйственных животных в процессе их микроэволюции, но и позволяют проводить селекцию по генотипу.

Значимыми в этом направлении являются работы известных исследователей прикладной генетики Франции, Италии, Японии (Aleandri, R. 1990; Clark, S. 2000; Delacroix-Buchet, A. et al. 1996; Kumar, A. 2005; Martin, P. 2002; Tomotake, H. 2006), которые начиная с 80-х годов разрабатывают фундаментальные основы по использованию интересующих генов маркеров QTL в селекционной работе.

В этой связи важно отметить, что изучение генофонда исходных пород, а именно, информация о породных особенностях аллелофонда по полиморфным системам молока представляет интерес для селекционной практики по созданию стад животных с заданными свойствами молока.

Целью исследования явилось определение генетической структуры популяций крупного рогатого скота черно-пестрых коров молдавского типа и красной эстонской породы в локусе *бS1-CN* и определение взаимосвязи гена с молочной продуктивностью.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыты проводились совместно с кафедрой биотехнологии и зоотехнии УО «Государственный аграрный университет Молдовы» на популяциях коров красной эстонской породы и черно-пестрого скота молдавского типа, выведенного учеными - селекционерами Молдовы (brevet MD nr. 3923, 2009).

Наследственно обусловленный тип белка – альфа-S1-казеин определяли методом горизонтального электрофореза (Smithies, O. 1955; Жебровский, Л.С. 1979).

Вычисление генетического равновесия в изучаемых популяциях по каждому локусу проводили согласно тесту $\chi^2$.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

**Альфа-S1-казеин** – основная фракция $\alpha_S$-казеинов, состоит из простой полипептидной цепи, которая содержит 199 аминокислотных остатков, 8 остатков фосфорной кислоты; подобно α-казеину и в отличие от к-казеина, не содержит цистеина, имеет повышенное содержание аспарагиновой кислоты, лизина и тирозина, осаждается под действием ионов кальция (Остроумова, Т.А. 2004).

Данный тип казеина представляет собой смесь двух белков – главного и минорного компонентов, имеющих одинаковую первичную структуру, но отличающихся степенью фосфорелирования. Главный компонент содержит 8 фосфосериновых остатков, а минорный компонент – 9 остатков. По современной классификации главный и минорный компоненты следует называть $\alpha_{s1}$-Кн В-8Р и $\alpha_{s1}$-Кн В-9Р (Дымар, О.В. 2007).

Ген, кодирующий этот белок, имеет пять генетических вариантов (A, B, C, D и E). Они отличаются друг от друга как содержанием отдельных аминокислот, так и их расположением в полипептидной цепи. Фракция содержит лизин, тирозин, повышенное количество аспарагиновой кислоты, но в ней отсутствует цистеин. После секреции альфа-S1-казеин может расщепляться под действием протеазы молока (плазмина). Один продукт протеолиза идентифицирован как л-казеин (Дымар, О.В. 2007).

В наших исследованиях в локусе *αS1-CN* популяция черно-пестрых коров молдавского типа характеризовалась присутствием трех аллельных вариантов гена A, B и C. Наибольшая частота установлена для $\alpha S1\text{-}CN^B$ – 0,8548 (Табл. 1).

**Таблица 1**. *Частоты аллелей локуса αS1-CN в молоке коров разных пород крупного рогатого скота*

| **Породы крупного рогатого скота** | ***αS1-CN*** | | |
|---|---|---|---|
| | **A** | **B** | **C** |
| Черно-пестрые коровы молдавского типа | 0,0967 | 0,8548 | 0,0485 |
| Красная эстонская | – | 0,9354 | 0,0646 |

В популяции красной эстонской породы коров в этом локусе обнаружено присутствие двух аллелей. Частота встречаемости гена $\alpha S1\text{-}CN^B$ составила 93,54%, $\alpha S1\text{-}CN^C$ – 6,46% .

При вычислении частоты генотипов локуса альфа-S1-казеина в стаде черно-пестрых коров преимущественным гомозиготным генотипом – ВВ – обладало 74,2% особей (Табл. 2).

**Таблица 2**. *Распределение черно-пестрых коров молдавского типа по альфа-S1-казеину*

| **Генотип** | **Количество животных** | **χ2** |
|---|---|---|
| АВ | 5(5,12)* | 0,0030 |
| ВВ | 23(22,65) | 0,0053 |
| ВС | 2(2,57) | 0,1265 |
| АС | 1(0,29) | 1,7306 |
| Итого | 31(31) | 1,8654 |

*Теоретически ожидаемое число. То же для табл.3.

Как видно из таблицы 2, наблюдаемое количество коров гетерозиготного генотипов АВ, ВС и АС оказалось ниже, тогда как ощущался избыток гомозигот ВВ. Проверка генетической гипотезы методом $\chi^2$ показала генетическое равновесие в стаде.

В популяции коров красной эстонской породы распределение животных по генотипам было следующим: большинство коров (27 особей) имели генотип ВВ, 4 коровы – генотип ВС. Низкая встречаемость гетерозиготных особей ВС и отсутствие гомозиготного генотипа СС объясняется низкой частотой встречаемости аллеля С у этой породы коров (Табл. 3).

**Таблица 3**. *Распределение коров красной эстонской породы по альфа-S1-казеину*

| **Генотип** | **Количество животных** | **χ 2** |
|---|---|---|
| ВВ | 27(27,12) * | 0,0088 |
| ВС | 4(3,74) | 0,139 |
| Итого | 31(31) | 0,1478 |

Исследуемая популяция в локусе *αS1-CN* находилась в генетическом равновесии в соответствии с законом Харди-Вайнберга, по тесту $\chi^2$ (0,1478).

Полиморфизм молочных белков связан с показателями молочной продуктивности, составом молока и его технологическими свойствами (Федотова, Н.В. 2011).

Генетические варианты альфа-S1-казеина оказывают влияние на технологические свойства молока. Наличие В-аллеля положительно влияет на скорость свертывания молока под действием сычужного фермента (Афанасьев, М.П. 1996; Хаертдинов, Р.А. 1994). Присутствие в генотипе коров С-аллеля улучшает сыродельческие свойства молока (Jakob, E. 1994). Вариант С альфа-S1-казеина обеспечивает получение более плотного сгустка по сравнению с вариантом В (Mariani, P. 1988), а сочетание в генотипе В и С аллелей увеличивает выход сыра (Samarzija, D. 1992).

В наших исследованиях генотипы показали наличие взаимосвязей с количеством надоенного молока, содержанием в нем жира и выходом молочного жира.

Анализ влияния локуса *αS1-CN* (Рис. 1) на молочную продуктивность коров позволил установить, что более высокой производительностью у черно-пестрого скота обладают животные с гомозиготным генотипом ВВ (3332,5 л молока за лактацию), тогда как у красной эстонской породы преимуществом обладает генотип ВС (4648 л).

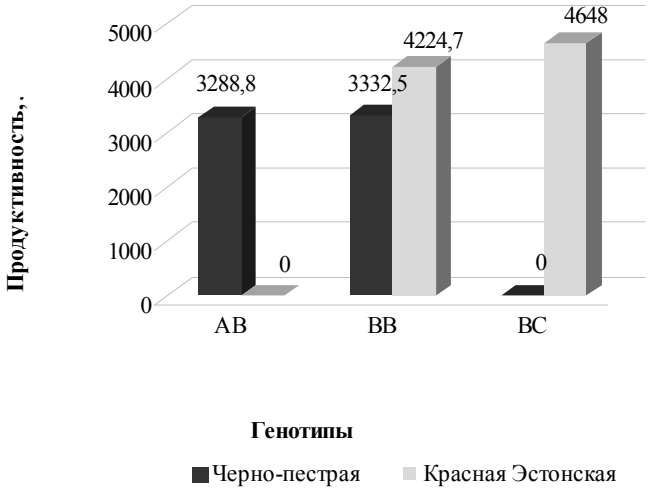



**Рисунок 1.** *Удой коров разных генотипов αS1-CN*

Наиболее выгодным по содержанию жира в молоке у животных черно-пестрого типа является гетерозиготный генотип АВ (3,66%), который превосходил генотип ВВ на 0,02%. У красной эстонской породы более высокое содержание жира установлено у коров с гетерозиготным генотипом ВС – 4,02% (Рис. 2).

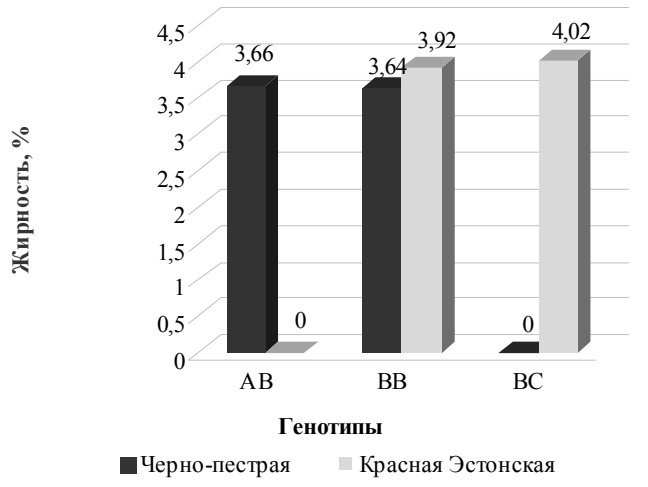



**Рисунок 2.** *Содержание жира в молоке у коров разных генотипов αS1-CN*

По выходу молочного жира у черно-пестрых коров молдавского типа генотип ВВ оказался более приоритетным – 121,5 кг и на 1,2 кг превышал этот показатель у животных генотипа АВ (Рис. 3).

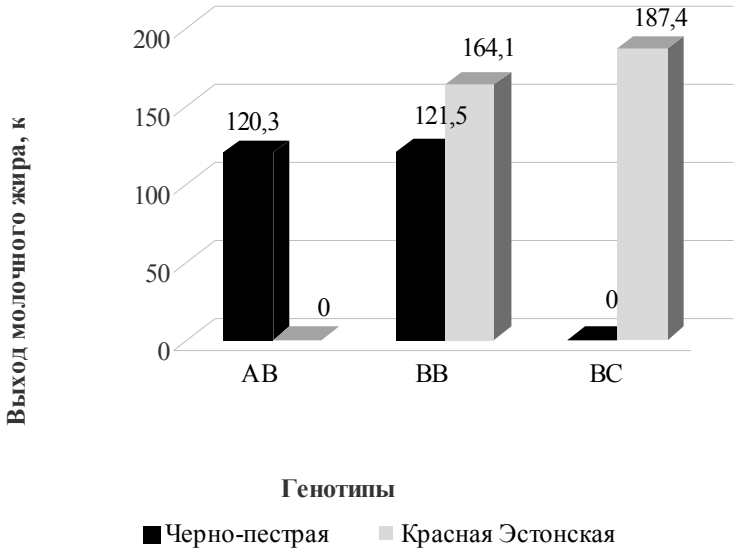



**Рисунок 3.** *Выход молочного жира в молоке коров разных генотипов αS1-CN*

Для красной эстонской породы особи с генотипом ВС (187,4 кг) превосходили своих сверстниц с генотипом ВВ на 23,3 кг.

## ВЫВОДЫ

При сравнительном анализе частот аллелей в локусе *αS1-CN*, популяции коров обеих пород характеризовались наибольшими значениями для аллеля *αS1-CN* типа В (85,48% и 93,54%).

Установленная взаимосвязь гена *αS1-CN* с такими продуктивными качествами, как количество надоенного молока, содержание жира в молоке и выход молочного жира, позволяет сделать вывод, что данный локус можно использовать в качестве генетического маркера при отборе животных. Так, полученные результаты показывают преимущество генотипа ВС над остальными в популяции коров красной эстонской породы по количеству надоенного молока, содержанию жира в молоке и выходу молочного жира. У черно-пестрых коров по удоям молока и выходу жира желателен генотип ВВ.

В этой связи целесообразным является подбор пар производителей с эффективными аллелями вариантов гена *αS1-CN* для получения молока с заданными технологическими свойствами, что в итоге может привести к повышению рентабельности как молочного скотоводства, так и перерабатывающей молочной отрасли.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ALEANDRI, R. (1990). The effects of milk components and cheese – produsing ability. In: Dairy Science, nr. 73, pp. 241-250.

2. Brevet MD nr. 3923 : Tip de taurine (Bos Taurus L.) Baltat cu Negru Moldovenesc. Publ.: 2008.10.03. In: BOPI, 2009, № 6, p. 17.

3. CLARK, S., SHERBON J.W. (2000). Genetic variants of alpha S1-Cn in goat milk: Breed distribution and association with milk composition and coagulation properties of goat milk. In: Small Rumin. Res., nr. 38, pp. 123-134.

4. DELACROIX-BUCHET, A. et al. (1996). Influence des variants AA et FF de la caséine áS1 caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages. In: Le Lait., nr. 76, pp. 217-241.

5. JAKOB, E. (1994). Genetic polymorphism of milk proteins. In: Mljekarstvo, nr. 44, pp. 197-217.

6. KUMAR, A., PRAMOD, K.R., RAMADHAR, R. (2005). Polymorphism of â-lactoglobulin gene in Indian goats and its effect on milk yield. In: Applied Genetics, nr. 47, pp. 49-53.

7. MARIANI, P., BONATTI, P., PECORARI M. (1988). Rennet coagulation properties of cow milk in relation to ás1-casein genotypes. In: Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia, nr. 39, pp. 431-438.

8. MARTIN, P., SZYMANOWSKA, M., ZWIERZCHOWSKI, L. (2002). The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. In: Reprod. Nutr. Dev., nr. 42, pp. 433-459.

9. SAMARZIJA, D. et al. (1992). Polymorphism of milk protein in cheese production. In: Mljekarstvo, nr. 41, pp. 319-327.

10. SMITHIES, O. (1955). Zone electrophoresis in starch gels. In: Biochem., nr. 61, pp. 629-641.

11. TOMOTAKE, H. et al. (2006). Comparison between Holstein cow's milk and Japanese-Saanen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. In: Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, nr. 70, pp. 2771-2774. ISSN 0916-8451.

12. АФАНАСЬЕВ, М.П., АРДАТОВСКАЯ М.П. (1996). Химический состав и технологические свойства молока коров различных пород. В: Тезисы докл. Респ. научн. производ. конф. Казань, с. 202.

13. ДЫМАР, О.В., ЧАЕВСКИЙ С.И. (2007). Производство казеина: основы теории и практики. Минск. 70 с.

14. ЖЕБРОВСКИЙ, Л.С. (1979). Изучение состава молочных белков. Ленинград: Колос, с. 38-41.

15. ОСТРОУМОВА, Т.А. (2004). Химия и физика молока. Кемерово. 196 с.

16. ФЕДОТОВА, Н.В., ЛОЗОВАЯ Г, С. (2011). Полиморфизм бета-лактоглобулина и оценка молочной продуктивности черно-пестрых коров разных генотипов. In: Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та, nr. 6, с. 57-60.

17. ХАЕРТДИНОВ, Р.А., ГАТАУЛЛИН А.М. (2000). Селекция на повышение белковости и улучшение технологических свойств молока. Казань. 132 с.

Data prezentării articolului: 09.12.2014
Data acceptării articolului: 21.03.2015

УДК: 636.52/.58 : 611.013

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОРГАНОГЕНЕЗА ЯЙЦЕВОДА ДОМАШНИХ ПТИЦ

***Т.Ф. КОТ***
*Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина*

**Abstract.** The article includes research results on the dynamics of oviduct organometric parameters in fowls at different stages of postnatal ontogenesis. The objectives of our research were the following: to identify the absolute weight and length, specific speed of weight and length increase, weight and length growth index of the oviduct in hens aged from 1 to 480 days, in ducks aged from 1 to 360 days and in quails aged from 1 to 270 days. It was established that the oviduct growth in fowls in the postnatal period of ontogenesis takes place in four stages: relative comfort, intensive development, stable functioning and involution. We have observed the asynchrony of oviduct weight and length increase; we have also established the intensity of its weight and length parameters change. Organometrical parameters of the oviduct in apparently healthy fowls are suggested to be used as standard parameters when diagnosing diseases of various origins and in experimental studies.

**Key words:** Fowls; Organometry; Postnatal period; Growth stage; Oviduct.

**Реферат.** В статье представлены результаты изучения динамики органометрических показателей яйцевода птиц в разные сроки постнатального онтогенеза. В задачи исследований входило: определить абсолютную массу и длину, удельную скорость роста массы и длины, коэффициент роста массы и длины яйцевода кур возрастом 1-480 суток, уток возрастом 1-360 суток, перепелок возрастом 1-270 суток. Установлено, что рост яйцевода птиц в постнатальном периоде онтогенеза происходит в четыре этапа: относительного покоя, интенсивного развития, стабильного функционирования, инволюции. Выявлена асинхронность увеличения массы и длины яйцевода и установлена интенсивность изменений его весовых и линейных параметров. Параметры органометрии яйцевода клинически здоровых птиц следует использовать в качестве показателей нормы при диагностике заболеваний различного генезиса и при проведении экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** Птицы; Органометрия; Постнатальный период; Этапы роста; Яйцевод.

## ВВЕДЕНИЕ

Птицеводство является наиболее высокопродуктивной отраслью животноводства. Без сведений о морфологии и физиологии птиц невозможно высокоэффективное управление этой отраслью. Поэтому в морфологии остается актуальным изучение морфофункционального статуса репродуктивной системы птиц с использованием комплекса современных методов и технических средств. Постнатальный период онтогенеза птиц включает девять фаз (вылупления, адаптации, замены пуха на первичное перо, ювенальной линьки, половой зрелости, физиологической зрелости, пика яйцекладки, понижения темпа яйцекладки, биологической усталости), которые характеризуется морфофункциональными изменениями в яйцеводе (Донкова, Н.В и др. 2009; Стрижикова, С.В. 2008).

Целью нашей работы является изучение закономерностей органогенеза яйцевода домашних птиц в постнатальном периоде онтогенеза. В задачи исследования входило определение морфометрических показателей роста (абсолютная масса и длина, удельная скорость роста массы и длины, коэффициент роста массы и длины) яйцевода.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Яйцевод отбирали у кур кросса Хайсекс коричневый возрастом 1, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 270, 360, 450, 480 суток, перепелок Японской породы возрастом 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 60, 150, 240, 270 суток и уток Благоварского кросса возрастом 1, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 270, 330, 360 суток (n=6). Массу тела птиц определяли взвешиванием после убоя на весах PS6000/C/2. Сразу же после взвешивания проводили вскрытие грудобрюшной полости и препарирование яйцевода с определением его голотопии, синтопии, остеотопии. Взвешивание яйцевода осуществляли на весах PS1000/C/2. Длину яйцевода определяли с помощью навощенной нитки и линейки с ценой деления 1 мм. Полученные органометрические показатели в дальнейшем использовали для вычисления удельной скорости роста массы и длины, а также коэффициента роста массы и длины яйцевода по формулам, приведенным в руководстве по морфометрии (Горальский, Л.П. и др. 2005).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проведенными морфометрическими исследованиями установлено четыре этапа (относительного покоя, интенсивного развития, стабильного функционирования, инволюции) роста яйцевода домашних птиц в постнатальном периоде онтогенеза.

Этап «относительного покоя» у кур длится 90 суток, у перепелок – 28 суток, у уток – 150 суток и характеризуется незначительной интенсивностью роста яйцевода и подготовкой к периоду созревания. Абсолютная масса яйцевода кур увеличилась в наибольшей мере (в 52,2 раза с 0,01±0,001 до 0,522±0,031 г), у уток – в несколько меньшей (в 36,6 раза с 0,035±0,003 до 1,28±0,12 г), у перепелок – в наименьшей (в 15 раз с 0,007±0,001 до 0,105±0,012 г). Это свидетельствует о высокой пролиферативной активности клеточных структур и напряженности органогенеза (Жигалова, О.Е. 2008; Шарандак, В.И. 1988).

Среднее значение удельной скорости роста массы яйцевода у кур и уток на первом этапе составляет соответственно 4,44 и 2,42 %, а удельной скорости роста массы тела – 3,35 и 2,69 %. У перепелок данные показатели почти равные (10,03 и 10 % соответственно).

Анализ динамики удельной скорости роста массы яйцевода у кур показал постепенное увеличение показателя с 3,29 % (1"30 сутки) до 5,48 % (60"90 сутки). У перепелок удельная скорость роста массы яйцевода с 1 до 21-суточного возраста уменьшилась в 1,43 раза (с 11,55 до 8,08 %), а до 28-суточного возраста, наоборот, увеличилась в 1,54 раза и равнялась 12,43 %. У уток удельная скорость роста массы яйцевода в возрастном интервале 1"30 суток составляла 5,18 %. В течение следующих 120 суток показатель постепенно снизился до 0,42 %. Удельная скорость роста массы тела у кур за первый этап уменьшилась в 3,71 раза (с 5,83 до 1,57 %), у уток – в 20,77 раза (с 9,14 до 0,44 %), у перепелок – в 4,35 раза (с 18,78 до 4,24 %) (Рис. 1).

**Рисунок 1.** *Динамика удельной скорости роста массы яйцевода и тела птиц на первом этапе*

Среднее значение коэффициента роста массы яйцевода у кур и уток составило 1,33 и 0,9 соответственно. У кур наибольший показатель зарегистрирован в возрастном интервале 60–90 суток (3,49), а наименьший – в интервале 1–30 суток (0,56); у уток соответственно 90–120 суток (2,72) и 1–30 суток (0,57). У перепелок среднее значение коэффициента роста массы яйцевода за первый этап равнялось 1, что свидетельствует об одинаковой интенсивности роста массы яйцевода и тела птиц. Минимальное значение показателя пришлось на 1–7-суточный возраст (0,62), а максимальное – на 21–28-суточный возраст (2,93) (Рис. 2).

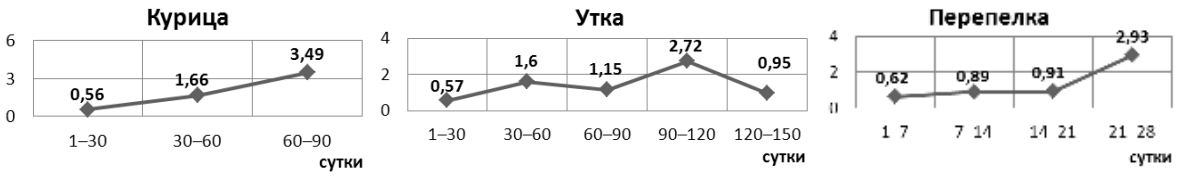



**Рисунок 2.** *Динамика коэффициента роста массы яйцевода птиц на первом этапе*

Абсолютная длина яйцевода на первом этапе равномерно увеличилась: у кур в 4,56 раза (с 2,52±0,46 до 11,48±1,64 см), у уток в 4,69 раза (с 3,52± 0,22 до 16,52±1,27 см), у перепелок в 6,27 раза (с 0,88±0,04 до 5,52±0,34 см). Среднее значение удельной скорости роста длины яйцевода на первом этапе максимальное “ у перепелок (6,8 %), минимальное “ у кур (1,7 %) и уток (1,04 %). Динамика данного показателя имела убывающий характер. В начале этапа удельная скорость роста длины яйцевода равнялась у кур “ 2 %, у уток – 2,1 и перепелок – 12,83 %, а в конце этапа – уменьшилась до 1,45, 0,78 и 2,82 % соответственно (Рис. 3).

**Рисунок 3.** *Динамика удельной скорости роста длины яйцевода и массы тела птиц на первом этапе*

Среднее значение коэффициента роста длины яйцевода за первый этап у перепелок “ наибольшее (0,68), у кур – несколько меньше (0,51), у уток – наименьшее (0,39). Причем данный показатель у кур и уток в начале этапа минимальный (0,34 и 0,23 соответственно), а в конце – максимальный (0,92 и 1,77 соответственно). У перепелок коэффициент роста длины яйцевода в начале и в конце первого этапа почти одинаковый – 0,68 и 0,67 соответственно (Рис. 4).

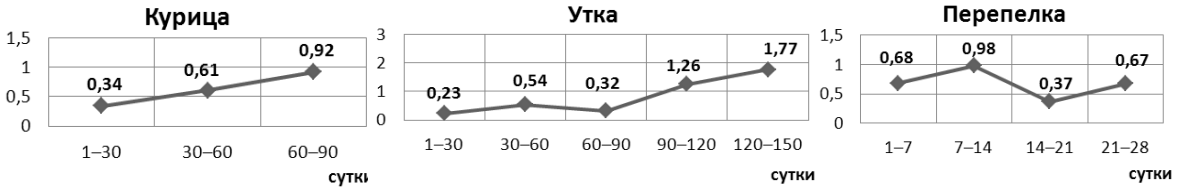



**Рисунок 4.** *Динамика коэффициента роста длины яйцевода птиц на первом этапе*

Этап «интенсивного развития яйцевода» у кур длится 30 суток с 90 до 120-суточного возраста. У уток он в 2 раза длиннее – 60 суток (150–210 суток), у перепелок “ в 2 раза короче – 14 суток (28–42).

Абсолютная масса яйцевода у кур, уток и перепелок на втором этапе увеличилась соответственно в 93,05, 71,72 и 46,34 раза, что в 1,78, 4,78 и 1,27 раза больше, чем за первый этап. Однако следует сделать поправку на продолжительность этапов. У кур за 90 суток первого этапа масса яйцевода увеличилась в 52,2 раза (с 0,01±0,001 до 0,522±0,031 г), а за 30 суток второго этапа, что в 3 раза короче, – в 93,05 раза (с 0,522±0,031 до 48,57±2,3 г). Такие цифры свидетельствуют о напряженности органогенеза. У других видов птиц наблюдается аналогичная тенденция. У перепелок в течение 28 суток первого этапа абсолютная масса яйцевода увеличилась в 15 раз (с 0,105±0,012 до 7,53±0,29 г), а за 14 суток второго этапа – в 71,72 раза (с 0,105±0,012 до 7,53±0,29 г). У уток за 150 суток первого этапа абсолютная масса яйцевода увеличилась в 36,57 раза (с 0,035±0,003 до 1,28±0,12 г), а за 60 суток второго этапа, что в 2,5 раза короче, – в 46,34 раза (с 1,28±0,12 до 59,32±4,36 г) (Рис. 5).

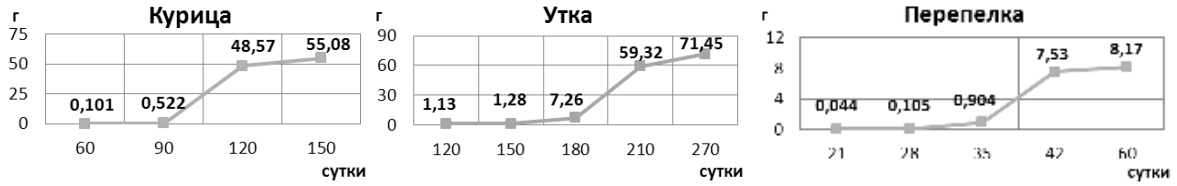



**Рисунок 5.** *Динамика абсолютной массы яйцевода птиц на втором этапе*

Среднее значение удельной скорости роста массы яйцевода и массы тела на втором этапе наибольшее у перепелок (30,52 и 2,94 соответственно), несколько меньше у кур (15,11 и 1,57 % соответственно) и наименьшее у уток (6,39 и 0,08 % соответственно).

Что касается коэффициента роста массы яйцевода, его среднее значение максимальное – у уток (79,88), минимальное и почти одинаковое – у кур (9,62) и перепелок (10,38). Таким образом, у кур и перепелок интенсивность прироста массы яйцевода больше прироста массы тела в 10 раз, у уток – в 80 раз.

Как видно по данным рисунка 6, длина яйцевода за второй этап у кур увеличилась в 6,08 раза (с 11,48±1,64 до 69,8±2,82 см), у уток – в 4,03 раза (с 16,52±1,27 до 66,55±3,77 см), у перепелок

– в 3,86 раза (с 5,52±0,34 до 21,32±1,12 см), что является наибольшим приростом длины яйцевода за весь постнатальный период онтогенеза.

**Рисунок 6.** *Динамика абсолютной длины яйцевода птиц на втором этапе*

Среднее значение удельной скорости роста длины яйцевода у перепелок - наибольшее (9,65 %), у кур – несколько меньше (6,02 %), у уток – наименьшее (2,32 %). Что касается коэффициента роста длины яйцевода, у уток его среднее значение наибольшее и равнялось 29, что в 7,57 раза меньше, чем у кур (3,83), и в 8,84 раза меньше, чем у перепелок (3,28).

Таким образом, в течение первого этапа удельная скорость роста длины яйцевода постепенно уменьшается, а за второй этап – интенсивно увеличивается. Аналогичная тенденция наблюдается и в динамике удельной скорости роста массы яйцевода, чего нельзя сказать о скорости роста самого организма птиц, которая протекает в плавной форме, что соответствует исследованиям Р.Ю. Хохлова (2008).

Этап «стабильного функционирования яйцевода» наиболее длительный (330 суток – у кур, 120 суток – у уток, 198 суток – у перепелок) и характеризуется увеличением абсолютной массы яйцевода у кур " в 1,69 раза (с 48,57±2,3 до 82,18±2,87 г), у уток – в 1,24 раза (с 59,32±4,36 до 73,59±5,79 г), у перепелок – в 1,09 раза (с 7,53±0,29 до 8,22±1,06 г) (Рис. 7).

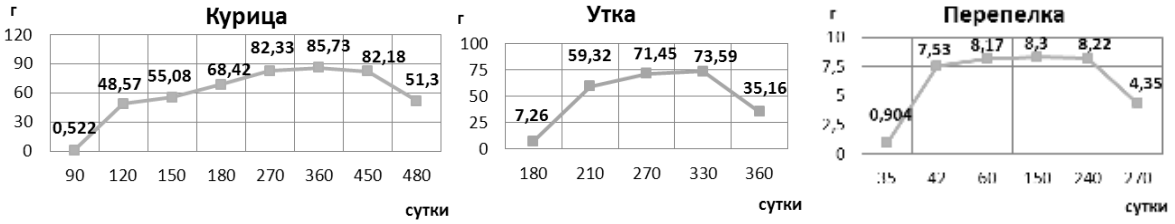



**Рисунок 7.** *Динамика абсолютной массы яйцевода птиц на третьем этапе*

Удельная скорость роста массы яйцевода на третьем этапе существенно изменилась в сравнении с двумя предыдущими этапами. Как видно по данным рисунка 8, в начале третьего этапа (120-150 суток у кур, 210-270 суток у уток, 42-60 суток у перепелок) удельная скорость роста массы яйцевода составляла соответственно 0,42, 0,31, 0,45 %, что в 35,97, 20,61, 67,82 раза менше, чем за второй этап (90-120 суток у кур, 150-210 суток у уток, 28-42 – у перепелок).

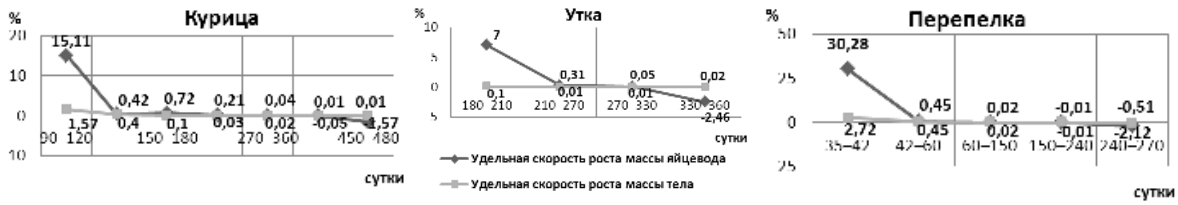



**Рисунок 8.** *Динамика удельной скорости роста массы яйцевода и тела птиц на третьем этапе*

Это дает основание утверждать, что яйцевод у кур интенсивно растет до 120-суточного возраста, у уток – до 210-суточного и у перепелок – до 42-суточного возраста. Далее, а именно на третьем этапе, происходит незначительное инерционное увеличение массы яйцевода.

Среднее значение удельной скорости роста массы яйцевода за третий этап у кур равнялось 0,16 %, у уток – 0,18 %, у перепелок – 0,04 %. В сравнении с первым и вторым этапами это соответственно меньше в 27,75 и 94,44 раза – у кур, в 13,44 и 35,5 раза – у уток, в 250,8 и 763 раза – у перепелок.

Что касается коэффициента роста массы яйцевода, его среднее значение на третьем этапе у кур составило 2,67, у уток – 18, у перепелок – 1. Причем у кур минимальный показатель (–5) зафиксирован в возрастном интервале 360–450 суток, а максимальный (7,2) в возрастном интервале 150–180 суток. У уток 270–330-суточного возраста коэффициент роста массы яйцевода наименьший (5), а 210–270-суточного – наибольший (31). У перепелок всех возрастных групп данный показатель на третьем этапе равнялся 1 (Рис. 9).

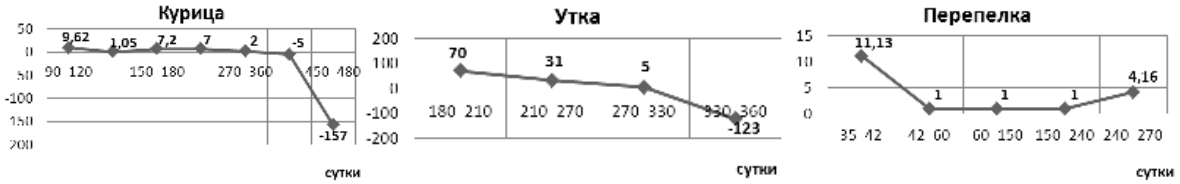



**Рисунок 9.** *Динамика коэффициента роста массы яйцевода птиц на третьем этапе*

Длина яйцевода у кур увеличилась в 1,16 раза (с 69,8±2,82 до 81±4,32 см), у уток – в 1,18 раза (с 66,55±3,77 до 78,5±3,08 см) и перепелок – в 1,3 раза (с 21,32±1,12 до 27,78±1,37 см). Наибольшее значение показателя зафиксировано у кур возрастом 360 суток (82,1±2,04 см), у уток возрастом 330 суток (78,5±3,08 см) и перепелок возрастом 150 суток (28,15±0,82 см). Среднее значение удельной скорости роста длины яйцевода на третьем этапе минимальное у кур (0,05 %), максимальное – у перепелок и уток (0,13 и 0,14 % соответственно).

В конце третьего этапа у кур (360–450 суток) и перепелок (150–240 суток) показатель удельной скорости роста длины яйцевода принял отрицательное значение (–0,01). Среднее значение коэффициента роста длины яйцевода на третьем этапе у перепелок равнялось 3,25, что в 4,3 раза меньше, чем у уток (14), и в 3,9 раза больше, чем у кур (0,83). Динамика коэффициента роста длины яйцевода у всех исследуемых видов птиц имела убывающий характер (Рис. 10).

**Рисунок 10.** *Динамика коэффициента роста длины яйцевода птиц на третьем этапе*

Этап «инволюции яйцевода» длится один месяц (у кур с 450 до 480-суточного возраста, у уток с 330 до 360-суточного возраста, у перепелок с 240 до 270-суточного возраста) и характеризуется атрофическими процессами в яйцеводе. Абсолютная масса яйцевода у кур уменьшилась ($P < 0,001$) в 1,6 раза (с 82,18±2,87 до 51,3±3,94 г), то есть до значения (48,57±2,3 г), соответствующего началу яйцекладки (120-суточный возраст). Аналогичная тенденция наблюдается и у других видов птиц. У перепелок абсолютная масса яйцевода уменшилась в 1,89 раза (с 8,22±1,06 до 4,35±0,22 г; $P < 0,05$), у уток – в 2,09 раза (с 73,59±5,79 до 35,16±2,63 г; $P < 0,001$). Удельная скорость роста массы яйцевода за четвертый этап имеет отрицательное значение (–1,57 у кур, –2,46 у уток и –2,12 у перепелок). Что касается удельной скорости роста массы тела птиц, ее показатели значительно больше “ 0,01, 0,02 и –0,51 соответственно. Коэффициент роста массы яйцевода у перепелок равнялся 4,16. У кур и уток данный показатель принял отрицательное значение (–157 и –123 соответственно).

Абсолютная длина яйцевода за четвертый этап у кур уменьшилась в 1,17 раза (с 81±4,32 до 69±2,08 см), у уток – в 1,6 раза (с 78,5±3,08 до 48,92±3,16 см, $P < 0,001$), у перепелок – в 1,74 раза (с 27,78±1,37 до 15,95±1,21 см, $P < 0,001$). Удельная скорость роста длины яйцевода на четвертом этапе имеет отрицательное значение: –0,53 % у кур, –1,58 % у уток и –1,85 % у перепелок. Что касается коэффициента роста длины яйцевода, его значение у перепелок (3,63) значительно больше, чем у кур (–53) и уток (–79).

## ВЫВОДЫ

В постнатальном периоде онтогенеза домашних птиц выделяется четыре этапа роста яйцевода: «этап относительного покоя» яйцевода продолжается с суточного до 90-суточного возраста у кур, 150-суточного у уток и 28-суточного возраста у перепелок; «этап интенсивного развития» яйцевода продолжается 30 суток у кур (90–120-суточный возраст), 60 суток у уток (150–210-суточный возраст) и 14 суток у перепелок (21–42-суточный возраст); «этап стабильного функционирования» яйцевода является наиболее длительным: 330 суток у кур (120–450-суточный возраст), 120 суток у уток (210–330-суточный возраст) и 198 суток у перепелок (42–240-суточный возраст); «этап инволюции яйцевода» начинается у кур 450-суточного возраста, уток 330-суточного и перепелок 240-суточного возраста.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОРАЛЬСЬКИЙ, Л.П., ХОМИЧ, В.Т., КОНОНСЬКИЙ, О.І. (2005). Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології. Житомир: Полісся. 288 с.

2. ДОНКОВА, Н.В., САВЕЛЬЕВА, А.Ю. (2009). Морфофункциональные особенности перепелок в постнатальном онтогенезе. В: Сибирский вестн. с.-х. науки, № 9, с. 41-46.

3. ЖИГАЛОВА, О.Е., БОНДАРЕНКО, О.Е., КОНОВАЛОВА, Н.И. (2008). Гистоструктурные особенности яйцевода птиц. В: Научн. тр. Харьковской зоовет. акад., вып. 16 (41), т. 2, ч. 2, с. 13-15.

4. СТРИЖИКОВА, С.В. (2008). Особенности микроморфологии яйцевода птиц в разные периоды полового цикла. В: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 45-летию ГНУ НИИ ветеринарии Вост. Сибири СО Рос. с.-х. акад. Чита, с. 227-231.

5. ХОХЛОВ, Р.Ю. (2008). Критические фазы морфогенеза яйцевода кур. В: Вест. Саратовского гос. агр. ун-та им. Н.И. Вавилова, № 3, с. 48-49.

6. ШАРАНДАК, В.И. (1988). Породные и возрастные особенности морфологии яйцеводов кур. В: Морфологи Украины – сельскому хозяйству. Киев: УСГА, с. 149-150.

Data prezentării articolului: 18.02.2015
Data acceptării articolului: 20.08.2015

УДК 636:551.58

# ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКУЮ ОТРАСЛЬ

***Е.А. ПРОКОПЕНКО, Л.О. УДОВА***
*ГУ «Институт экономики и прогнозирования НАН Украины»*

**Abstract.** In this paper some specific features of climatic changes are regarded. They result in average yearly temperature increasing, oceans level growth and quantity of natural disasters increasing. Some possible causes of greenhouse gas emissions to the atmosphere where characterized as it is thought to be the main reason of global warming. Additionally positive and negative consequences of global warming that influence Ukrainian agriculture were highlighted. Besides that, the significance of feed base as a basic resource to ensure the development of livestock production was described. The dynamics of acreage of feed crops, as well as the number of cattle were analyzed. There was assessed the effect of climate change in Ukraine on geographic shifts in the distribution of the acreage of feed crops. The interrelation between changes in the structure of crops under feed crops and climate change in the long run was marked.

**Keywords:** Agricultural production; Dynamics of sown area; Climate change; Climatic zones; Feed crops; Cattle.

**Аннотация.** В статье очерчены особенности климатических изменений, которые проявляются в повышении среднегодовой температуры, росте уровня океанов, а также увеличении природных катаклизмов на планете. Охарактеризован ряд источников, которые способствуют процессу повышения количества выбросов парниковых газов в атмосферу, как основная причина глобального потепления. Освещены позитивные и отрицательные последствия глобального потепления для сельского хозяйства в Украине. Раскрыто значение кормовой базы – основного ресурса обеспечения развития животноводства. Проанализирована динамика посевных площадей кормовых культур, а также численности поголовья крупного рогатого скота. Оценено влияние климатических изменений в Украине на географические сдвиги в размещении посевных площадей под кормовыми культурами. Показана взаимосвязь изменений структуры посевов под кормовыми культурами и изменений климата в долгосрочном периоде.

**Ключевые слова:** Аграрное производство; Динамика посевных площадей; Климатические изменения; Климатические пояса; Кормовые культуры; Скотоводство.

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития национальной экономики сельское хозяйство Украины играет решающую роль в обеспечении продовольственной безопасности и формировании ресурсного потенциала. На протяжении последних лет данная отрасль составляла значительную долю в формировании валового внутреннего продукта страны (2013 г. – 8,7%) и его экспорте (2013 г. – 27%). Согласно прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), к 2050 г. численность населения в мире возрастет до девяти млрд человек, что потребует увеличения производства продовольствия на 70%. Благодаря наращиванию производства сельскохозяйственной продукции на протяжении последних лет и при сохранении данной тенденции Украине в ближайшем будущем не угрожает нехватка продуктов питания.

Последнее столетие, как в мире, так и в Украине, характеризуется заметными климатическими изменениями. В этих условиях продовольственная безопасность в долгосрочной перспективе зависит от возможности адаптации сельского хозяйства к вероятным погодным и климатическим сдвигам.

Направления решения проблемы изменения климата обозначены в ряде международных соглашений, ратифицированных и в Украине. В 1988 г. Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде была учреждена Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC), которая занимается оценкой изменений глобального и регионального климата.

Климатические изменения проявляются в возрастании среднегодовой температуры на поверхности планеты, повышении уровня океанов, росте количества природных катастроф и катаклизмов. Глобальные климатические изменения сегодня обусловлены техногенными выбросами в атмосферный воздух загрязняющих веществ и, в первую очередь, парниковых

газов. О беспрецедентной скорости увеличения содержания парниковых газов в атмосфере за последние 150 лет говорится, в частности, в IV Докладе IPCC (данные на 2007 г.)

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При проведении исследования использовались статистические данные Государственной службы статистики Украины за ряд лет, результаты наблюдений Гидрометеорологического центра Украины, а также Доклады Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC).

Поскольку в мировой практике период 1961-1990 гг. определен как стандартный, базовый период для освещения изменений климата, данное исследование проводится с 1961 по 2013 гг., то есть в течение 53 лет. С целью оценки изменений в структуре посевов кормовых культур, происходящих вследствие глобальных климатических изменений, регионы Украины сгруппированы в 4 пояса: Южный, Центральный, Северный и Западный. Следует отметить, что в состав кормовых культур включают однолетние и многолетние травы, корнеплоды и клубни, зернофуражные, бахчевые, силосные и другие культуры. В данном исследовании авторы решили сосредоточиться на изучении изменений посевных площадей под кормовыми культурами без учета фуражного зерна.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Сельское хозяйство является одним из мощных источников выбросов парниковых газов – 58% от общего объема выбросов закиси азота ($N_2O$) и 47% от общего объема выбросов метана ($CH_4$). Эти выбросы зависят от природных процессов и методов ведения сельского хозяйства и вызываются преимущественно отраслью животноводства и выращиванием риса. При дальнейшем наращивании аграрного производства, по прогнозным оценкам экспертов, увеличатся и сельскохозяйственные выбросы: к 2030 г. выбросы $N_2O$ – на 35–60%, а $CH_4$ – на 60% (Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО ООН) 2013).

В последнем IV Докладе IPCC, принятом в 2007 г., отмечено, что неизбежным и очевидным становится глобальное увеличение температуры воздуха и океана, уменьшение площади морского льда, повышение уровня морей (Межправительственная группа экспертов по изменению климата 2013).

С начала 80-х годов и до настоящего времени в Украине прослеживается достаточно стремительная тенденция к росту среднегодовой температуры воздуха. Так, по данным Украинского Гидрометеорологического центра, если изменение годовой температуры в Северном полушарии Земли за 50 лет еще не достигло $1^0$C, то в Украине такой рост составил уже $1,4^0$C. За последние 20 лет среднемесячная температура зимой повышается на $2\text{-}3^0$C, что уже привело к сокращению зимнего периода почти на месяц. Такое потепление распространяется с юга на север.

До 1985 г. максимальное количество эффективного тепла ($+10^0$C) наблюдалось в АР Крым, Херсонской области – $1500^0$C, а в 2012 г. произошло увеличение термических температур на $100\text{-}150^0$C (по всей Украине с одинаковой скоростью) и достигло $1600^0$C (Адаменко, Т.І. 2013).

Каждые 10 лет в регионах Украины в среднем происходит повышение температуры на $0,3\text{-}0,4^0$C, то есть за 30 лет – на $1^0$C. По данным ученых Института ботаники НАН Украины, это может привести к сдвигу природных зон на 160 км (Дідух, Я.П. 2013). Следовательно, по данным Украинского Гидрометеорологического центра потепление будет продолжаться и к 2020 г. температура повысится в среднем на $0,2\text{-}0,3^0$C (Украинский Гидрометеорологический центр 2013). Увеличение температуры в нашей стране происходит более высокими темпами в сравнении с глобальным ростом.

Еще одним существенным фактором, который отражает изменение климата и имеет большое значение для сельского хозяйства, является норма осадков. По данным Украинского Гидрометеорологического центра сейчас среднее количество осадков в Степи составляет 505 мм, Лесостепи – 608 мм, Полесье – 673 мм. При исследовании динамики количества осадков на территории Украины на протяжении 1961-2012 гг. установлено отсутствие существенных изменений, а именно, средняя норма осадков в Украине за период 1961-1990 гг. составила 576 мм, а за период 1991-2012 гг. – 590 мм (Адаменко, Т.І. 2013).

За последние полстолетия произошло смещение полюсов выращивания отдельных сельскохозяйственных культур за счет изменений климата, что привело к сокращению кормовой базы – основному фактору развития животноводства. От наличия кормовой базы зависят возможности увеличения поголовья скота и повышение его продуктивности, что определяет темпы роста и уровень производства продукции животноводства. В животноводстве используется много разнообразных кормов, которые по происхождению разделяют на следующие группы: растительные, корма животного происхождения и минеральные. Формирование растительной кормовой базы включает систему производства и использования кормов, которая характеризуется соответствующей структурой посевных площадей кормовых культур, технологией производства, заготовки, хранения, приготовления кормов к скармливанию.

В данном исследовании основное внимание будет уделено оценке влияния климатических изменений на географическое смещение посевных площадей кормовых культур без учета площадей, занятых под зернофуражными культурами. От этой составляющей растительной кормовой базы зависит, прежде всего, развитие скотоводства.

За последние 53 года посевные площади под кормовыми культурами сократились более чем на 70%, а поголовье крупного рогатого скота –на 77%: эти тенденции являются взаимозависимыми и отрицательно влияют на производство животноводческой продукции. Согласно данным (Табл. 1), посевы сократились под абсолютно всеми видами кормовых культур.

**Таблица 1.** *Динамика посевных площадей в разрезе основных кормовых культур в Украине, тыс га*

| Виды кормовых культур | 1961 | 1990 | 2013 | 2013 г. к 1961 г., % |
|---|---|---|---|---|
| Все кормовые культуры | 8025,5 | 11998,8 | 2221,4 | 27,7 |
| Многолетние травы | 1881,2 | 3986,6 | 1151,0 | 61,2 |
| Однолетние травы | 4318,4 | 2583,5 | 445,7 | 10,3 |
| Силосные культуры (без кукурузы) | 214,5 | 105,2 | 10,3 | 4,8 |
| Кукуруза на силос и зеленый корм | 869,5 | 4636,9 | 363,4 | 41,8 |
| Кормовые корнеплоды | 667,9 | 624,2 | 216,1 | 32,4 |
| Кормовые баштанные | 74,0 | 62,4 | 34,6 | 46,8 |

Источник: рассчитано и составлено по данным Государственной службы статистики Украины за ряд лет.

Также произошли существенные изменения в структуре посевных площадей кормовых культур. В частности, посевы многолетних трав, которые ранее составляли менее четверти площадей под кормовыми культурами, сейчас занимают более половины соответствующих посевных площадей, а доля посевов однолетних трав, которые ранее доминировали, составляет лишь пятую часть. Наиболее сократились посевы однолетних трав и силосных культур, также существенно уменьшились посевные площади под кукурузой на силос и зеленый корм (в сравнении с 1961 г. они сократилась на 58%, а с 1990 г. - на 92%). Значительное сокращение кормовых посевов кукурузы объясняется, в том числе, и климатическими изменениями. Рост температур привел к увеличению тепловых ресурсов, что оказалось полезным для кукурузы на зерно и стало одним из факторов расширения посевных площадей под ней. Кукуруза не является культурой Лесостепи и до недавнего времени зерно не успевало вовремя созревать и она использовалась только на силос и зеленый корм. Однако теперь климатические изменения дали аграриям запада и севера возможность успешного выращивания кукурузы на зерно (Адаменко, Т.І. 2013).

Следует отметить, что за послевоенный период в полевом кормопроизводстве Украины произошли значительные структурные региональные изменения. В 1940 г. кукурузу на силос и зеленый корм не выращивали вовсе, а в 1989 г. она занимала уже 4,2 млн га. За этот же период посевные площади многолетних трав, кормовых корнеплодов и бахчевых культур увеличились вдвое. Следует отметить, что кормовые культуры являются теплолюбивыми, поэтому в начале 60-х годов их выращивание было сосредоточенно в хозяйствах южного и западного поясов, где они занимали четверть общих посевных площадей, а в течение последних лет произошло их смещение на северный запад Украины (Табл. 2). Причиной этого стали значительные климатические изменения – зона посевов переместилась из засушливых регионов юга в регионы с лучшим влагообеспечением. Например, в 1961 г., по данным Госслужбы статистики Украины,

наибольшие посевные площади кормовых культур были сосредоточены в Херсонской обл. – 526, 4 тыс. га (почти треть общей посевной площади), Одесской – 481 тыс. га (почти четверть) и Запорожской обл. – 438, 3 тыс. га (22,2%). С начала 90-х годов прошлого столетия посевные площади кормовых культур значительно сокращаются, поскольку интересы товаропроизводителей сосредотачиваются на выращивании таких стратегически важных и доходных сельскохозяйственных культур как подсолнечник, кукуруза на зерно и других.

**Таблица 2.** *Динамика посевных площадей кормовых культур, тыс. га*

| Регионы | 1961 | | 1990 | 2000 | 2010 | 2013 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | посевная площадь, тыс. га | доля в общей посевной площади, % | | | | посевная площадь, тыс. га | доля в общей посевной площади, % |
| **Южный пояс** | **2242,3** | **26,5** | **2988,0** | **1284,0** | **332,9** | **298,8** | **4,2** |
| Автономная Республика Крым | 399,5 | 0,8 | 528,0 | 239,0 | 50,2 | 41,5 | 5,5 |
| Запорожская | 438,3 | 22,2 | 635,0 | 238,0 | 58,2 | 54,0 | 3,4 |
| Николаевская | 397,1 | 23,5 | 553,0 | 217,0 | 54,5 | 57,0 | 3,7 |
| Одесская | 481,0 | 24,0 | 724,0 | 340,0 | 88,5 | 82,8 | 4,5 |
| Херсонская | 526,4 | 32,5 | 548,0 | 250,0 | 81,5 | 63,5 | 4,6 |
| **Центральный пояс** | **3048,8** | **21,6** | **4661,0** | **2641,0** | **870,5** | **770,5** | **6,3** |
| Винницкая | 409,9 | 21,6 | 553,0 | 404,0 | 171,0 | 156,2 | 9,6 |
| Днепропетровская | 432,4 | 19,9 | 739,0 | 300,0 | 64,5 | 60,6 | 3,2 |
| Донецкая | 384,5 | 23,7 | 610,0 | 309,0 | 112,2 | 86,8 | 6,1 |
| Кировоградская | 358,2 | 19,4 | 527,0 | 250,0 | 54,5 | 50,4 | 3,0 |
| Луганская | 373,9 | 26,0 | 528,0 | 212,0 | 55,7 | 46,9 | 4,6 |
| Полтавская | 389,6 | 20,5 | 623,0 | 398,0 | 156 | 138,9 | 8,1 |
| Харьковская | 396,7 | 20,5 | 675,0 | 405,0 | 134,6 | 118,4 | 6,7 |
| Черкасская | 303,6 | 23,2 | 406,0 | 363,0 | 122,0 | 112,3 | 9,3 |
| **Северный пояс** | **1371,8** | **23,5** | **2250,0** | **1579,0** | **572,7** | **473,3** | **11,2** |
| Житомирская | 314,4 | 24,0 | 576,0 | 453,0 | 171,9 | 146,8 | 18,3 |
| Киевская | 379,1 | 25,1 | 571,0 | 408,0 | 122,9 | 97,6 | 8,4 |
| Сумская | 331,4 | 22,7 | 490,0 | 316,0 | 107,9 | 89,9 | 8,1 |
| Черниговская | 346,9 | 22,2 | 613,0 | 402,0 | 170,0 | 139,0 | 12,0 |
| **Западный пояс** | **1362,6** | **24,8** | **2100,0** | **1559,0** | **733,3** | **678,8** | **15,1** |
| Волынская | 177,7 | 27,1 | 264,0 | 178,0 | 113,4 | 105,2 | 20,0 |
| Закарпатская | 66,7 | 34,2 | 100,0 | 64,0 | 52,4 | 44,6 | 23,3 |
| Ивано-Франковская | 104,5 | 24,2 | 179,0 | 150,0 | 97,6 | 81,5 | 22,3 |
| Львовская | 248,8 | 29,7 | 385,0 | 264,0 | 107,3 | 100,6 | 16,2 |
| Ровенская | 152,9 | 24,6 | 261,0 | 222,0 | 102,4 | 108,6 | 20,1 |
| Тернопольская | 223,4 | 23,0 | 313,0 | 205,0 | 67,9 | 64,8 | 8,1 |
| Хмельницкая | 300,7 | 21,3 | 454,0 | 376,0 | 132,4 | 121,6 | 10,7 |
| Черновицкая | 87,9 | 23,8 | 144,0 | 100,0 | 59,9 | 51,9 | 16,9 |
| **Украина** | **8025,5** | **23,6** | **11999,0** | **7063,0** | **2509,3** | **2221,4** | **7,9** |

Источник: рассчитано и составлено по данным Государственной службы статистики Украины за ряд лет.

Вместе с рассмотрением абсолютных значений динамики посевных площадей кормовых культур оценим темпы изменения данных площадей (Табл. 3). На протяжении 1961-2013 гг. произошли значительные изменения в размещении посевных площадей данных культур, что проявилось в их сокращении в 3,6 раза в среднем по стране (если в 1961 г. они занимали почти четверть общей посевной площади, то в 2013 г. – только почти 8%). Наибольшее сокращение площадей отмечено в Южном поясе – в 7,5 раз, а наименьшее было зафиксировано в Западном и Северном поясах (в 2 и 2,9 раза соответственно). Следовательно, начиная с 2000-ых годов, происходит постепенное сосредоточение полюсов выращивания кормовых культур в западном и северном направлениях, то есть в зонах с лучшим влагообеспечением, вызванное еще и экономическими факторами.

**Таблица 3.** *Темпы изменений посевных площадей под кормовыми культурами, %*

| ***Регионы*** | 1990 г. к 1961 г., % | 2000 г. к 1961 г., % | 2010 г. к 1961 г., % | 2013 г. к 1961 г., % |
|---|---|---|---|---|
| **Южный пояс** | **133,3** | **57,3** | **14,8** | **13,3** |
| Автономная Республика Крым | 132,2 | 59,8 | 12,6 | 10,4 |
| Запорожская | 144,9 | 54,3 | 13,3 | 12,3 |
| Николаевская | 139,3 | 54,6 | 13,7 | 14,4 |
| Одесская | 150,5 | 70,7 | 18,4 | 17,2 |
| Херсонская | 104,1 | 47,5 | 15,5 | 12,1 |
| **Центральный пояс** | **152,9** | **86,6** | **28,6** | **25,3** |
| Винницкая | 134,9 | 98,6 | 41,7 | 38,1 |
| Днепропетровская | 170,9 | 69,4 | 14,9 | 14,0 |
| Донецкая | 158,6 | 80,4 | 29,2 | 22,6 |
| Кировоградская | 147,1 | 69,8 | 15,2 | 14,1 |
| Луганская | 141,2 | 56,7 | 14,9 | 12,5 |
| Полтавская | 159,9 | 102,2 | 40,0 | 35,7 |
| Харьковская | 170,2 | 102,1 | 33,9 | 29,8 |
| Черкасская | 133,7 | 119,6 | 40,2 | 37,0 |
| **Северный пояс** | **164,0** | **115,1** | **41,7** | **34,5** |
| Житомирская | 183,2 | 144,1 | 54,7 | 46,7 |
| Киевская | 150,6 | 107,6 | 32,4 | 25,7 |
| Сумская | 147,9 | 95,4 | 32,6 | 27,1 |
| Черниговская | 176,7 | 115,9 | 49,0 | 40,1 |
| **Западный пояс** | **154,1** | **114,4** | **53,8** | **49,8** |
| Волынская | 148,6 | 100,2 | 63,8 | 59,2 |
| Закарпатская | 149,9 | 96,0 | 78,6 | 66,9 |
| Ивано-Франковская | 171,3 | 143,5 | 93,4 | 78,0 |
| Львовская | 154,7 | 106,1 | 43,1 | 40,4 |
| Ровенская | 170,7 | 145,2 | 67,0 | 71,0 |
| Тернопольская | 140,1 | 91,8 | 30,4 | 29,0 |
| Хмельницкая | 151,0 | 125,0 | 44,0 | 40,4 |
| Черновицкая | 163,8 | 113,8 | 68,1 | 59,0 |
| **Украина** | **149,5** | **88,0** | **31,3** | **27,7** |

Источник: рассчитано и составлено по данным Государственной службы статистики Украины за ряд лет.

Как было отмечено, развитие растительной кормовой базы (без фуражного зерна) непосредственно влияет на численность поголовья крупного рогатого скота и производство продукции скотоводства. Значительное сокращение поголовья крупного рогатого скота было вызвано, прежде всего, экономическими причинами, а именно низкой эффективностью. Оценка динамики поголовья крупного рогатого скота в разрезе поясов (Табл. 4) свидетельствует о достаточно равномерном его уменьшении в региональном разрезе, хотя следует отметить: более медленные темпы сокращения были присущи хозяйствам Западного пояса, что привело к росту его доли в общем поголовье (в 1961 г. - 24,5%, а в 2013 г. - 33,5%). Конечно, свою роль здесь сыграло и кормовое обеспечение, поскольку темпы его сокращения в данном поясе были относительно медленными (Табл. 3).

Мировой опыт свидетельствует о необходимости учета влияния климатических изменений при разработке мероприятий для развития сельского хозяйства с целью их смягчения. С 2012 г. в Украине действует План первоочередных мер по адаптации к изменениям климата, мероприятия которого направлены на создание организационных предпосылок и научных подходов для реализации государственной политики в сфере адаптации к изменению климата. В настоящее время осуществлена разработка сценариев изменения климатических условий в Украине на средне- и долгосрочную перспективу с использованием данных глобальных и региональных моделей, детализированных карт будущих климатических условий для территории Украины по разным сценариям изменения климата с использованием геоинформационных систем, проведения пространственной оценки уровня благоприятствования будущих

**Таблица 4.** *Динамика поголовья крупного рогатого скота, тыс. голов на конец года*

| Регионы | 1961 | | 1990 | 2000 | 2010 | 2013 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | поголовье, тыс. голов | доля в общем поголовье, % | | | | поголовье, тыс. голов | доля в общем поголовье, % |
| Южный пояс | 3918,1 | 20,3 | 4665,1 | 1493,6 | 698,6 | 737,6 | 16,3 |
| Центральный пояс | 7164,2 | 37,1 | 8835,6 | 3142,4 | 1499,2 | 1523,2 | 33,6 |
| Северный пояс | 3501,1 | 18,1 | 4825,9 | 1871,7 | 781,9 | 756,2 | 16,7 |
| Западный пояс | 4729,6 | 24,5 | 6296,8 | 2916 | 1514,7 | 1517 | 33,5 |
| **Украина** | **19313,0** | **100,0** | **24623,4** | **9423,7** | **4494,4** | **4534,0** | **100,0** |

Источник: рассчитано и составлено по данным Государственной службы статистики Украины за ряд лет.

климатических условий производительности основных сельскохозяйственных культур и т.п. (Державне агентство екологічних інвестицій України 2014).

## ВЫВОДЫ

Сельское хозяйство – отрасль национальной экономики, которая является наиболее уязвимой к изменению климата, поскольку конечный результат агропроизводства зависит от многих факторов. Важным фактором является природный, который характеризуется количеством, временем и характером атмосферных осадков на протяжении вегетационного периода и года в целом, а также температурным режимом воздуха и почвы, который влияет на сроки проведения полевых работ, и т. п.

Глобальные изменения климата несут много угроз сельскому хозяйству, включая снижение его производительности, потерю стабильности объемов производства и доходов даже в тех в странах, которые уже имеют высокий уровень продовольственной безопасности. Более производительное и устойчивое сельское хозяйство требует более рационального использования природных ресурсов, таких как земля, вода, почва и генетические ресурсы за счет ресурсосберегающего земледелия и устойчивого развития.

Глобальное потепление в Украине на протяжении следующих десятилетий будет иметь на сельскохозяйственное производство как положительное, так и отрицательное влияние, что будет зависеть от агроклиматических зон. Одним из факторов, приводящих к изменению климата, выступает парниковый эффект, который является результатом хозяйственной деятельности. Сельское хозяйство, будучи одним из мощных источников выбросов парниковых газов, в то же время имеет потенциал для их уменьшения путем поглощения углерода растениями в почву и сокращения выбросов при производстве агропродукции. Парниковый эффект приводит к увеличению температуры и изменению частоты выпадения осадков, что, в свою очередь, влияет на изменения урожайности.

В течении последних 30 лет в Украине происходит повышение среднегодовой температуры воздуха со скоростью 0,3-0,4єС каждые 10 лет, которое постепенно распространяется с Юга на Север. При сохранении данной тенденции существует риск засух, что приведет к возможности выращивания сельскохозяйственных культур в южных регионах к 2030 г. лишь в условиях орошения, а в 2050 г. – к их опустыниванию, что отрицательно скажется на состоянии кормовой базы.

Исследование выполнено при поддержке НАН Украины в рамках ведомственной темы “Ресурсные возможности развития аграрного сектора экономики Украины” (номер государственной регистрации 0114U001638.)

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АДАМЕНКО, Т.І. (2013). Зміна клімату та її вплив на агрокліматичні ресурси України. Презентація на круглому столі: «Розвиток аграрного виробництва в умовах природно-кліматичних змін». Київ. 18 с.

2. Глобальна зміна клімату – сучасні погляди та тенденції. Доступ: http:// http://meteo.gov.ua/ua/33837.

3. ДІДУХ, Я.П. (2013). Тенденції розвитку рослинного покриву під впливом кліматичних змін та їх експериментальні дослідження в Україні. Презентація на круглому столі: «Екологічна безпека, економічна ефективність, соціальна стабільність в умовах глобальних кліматичних змін». Київ. 47 с.

4. Результати виконання Плану першочергових заходів з адаптації до зміни клімату. Доступ: http:// www.seia.gov.ua /seia/control/main/uk/publish/article/636737.

5. Climate Change and Biodiversity. IPCC Technical Paper V – April 2002 [online]. Available: http: //www.ipcc.ch/ publications_and_data /publications_and_data_tachnical_papers.shtm.

6. Climate-Smart Agriculture Sourcebook - Module 1: Why Climate-Smart Agriculture, Fisheries and Forestry (2013) [online]. Available: http://www.fao.org/docrep/018/i3325e/i3325e.pdf.

7. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. Available: http://www.ipcc.ch/publications_and_data /ar4/syr/ru/contents.html.

Data prezentării articolului: 29.09.2014
Data acceptării articolului: 22.05.2015

CZU 636.2 : 612.017.11/.12

# IMPORTANȚA TESTULUI DE TRANSFORMARE LIMFOBLASTICĂ – INDICATOR AL IMUNITĂȚII CELULARE

***Rita GOLBAN***
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Abstract.** This paper includes scientific research results related to the lymphoblastic transformation test (LTT) "in vitro" under the action of anticarburising antigens and purified protein derivative, as a result of stimulation of lymphocytes which are central cells of the immune system. It was studied the mechanism of the stimulated lymphocytes blastization, which proliferates due to their mitosis and it was practically determined a cellular population, which corresponds numerically and functionally to an immune high quality answer. At the same time, it was stated that due to blast transformations, lymphocytes leave the stage of immunological inactivity and pass to the kinetic stage, being capable to produce specific effects, both on other cells they cooperate with and on the antigenic substrate, which causes immunological reactions. We have also observed activated macrophage changes after the re-vaccination in young animals with 15.5% of blasts, compared to the reference sample where stimulation indices were 3.5%. Modifications of the nonspecific blast are necessary to evaluate the functional capacity of lymphocytes.

**Key words**: Lymphoblastic transformation; Antigen; Lymphocyte; Clone; Cellular Immunity.

**Rezumat.** În lucrare sunt redate rezultatele investigațiilor științifice cu privire la efectuarea testului de transformare limfoblastică (LTT) „ in vitro" sub acțiunea antigenilor anticarbunos şi protein purified derivative, ca rezultat al stimulării limfocitelor, celule centrale ale sistemului imunitar. S-a studiat mecanismul blastizării limfocitelor stimulate care proliferează datorită mitozelor acestora şi s-a determinat practic o populație celulară ce corespunde numeric şi funcțional unui răspuns imun de un nivel înalt calitativ. De asemenea s-a constatat că, grație transformărilor blastice, limfocitele părăsesc starea de inactivitate imunologică şi trec în starea cinetică, devenind capabile să producă efecte specifice atât asupra altor celule cu care cooperează, cât şi asupra substratului antigenic declanşator al reacțiilor imunologice. Concomitent, s-au observat tansformări macrofagale active după revaccinare la animalele mai tinere, cu 15,5% blaşti, comparativ cu varianta martor, unde indicele de stimulare a constituit 3,5%. Modificările indicelui de blastizare nespecifică sunt semnificative pentru aprecierea capacității funcționale a limfocitelor.

**Cuvinte-cheie:** Transformare limfoblastică; Antigen; Limfocite; Clonă; Imunitate celulară.

## INTRODUCERE

Cercetările efectuate în domeniul imunologiei – ştiință de vârf a secolului nostru – au determinat o acumulare de noțiuni teoretice într-un ritm foarte rapid. În acelaşi timp, s-au făcut progrese importante în diagnostic, metodele imunologice introduse în ultimii ani fiind de mare acuratețe, motiv pentru care au pătruns tot mai mult în laboratorul clinic.

În concepția clasică se consideră că activarea funcției imunitare are un efect exclusiv benefic, protector pentru organism. Din aceste considerente sistemul imunitar este tolerant față de substanțele proprii, deoarece a învățat să le recunoască în timpul vieții embrionare, dar este dotat cu proprietatea de a recunoaşte şi de a diferenția prompt substanțele străine, față de care se activează şi le îndepărtează din organism (Andrieş, L. et al. 2014; Gâjâilă, G. 2014; Siloşi, I. 2014).

Baza celulară a răspunsului imun celular este reprezentată de limfocitele T şi B. Răspunsul imun celular protejează organismele față de agresiunea fungilor, paraziților, virusurilor şi bacteriilor cu localizare intracelulară. Limfocitele T, responsabile de imunitatea celulară, exprimă receptori care recunosc doar scurte secvențe peptidice din antigenele proteice (Andrieş, L., Olinescu, A.1992; Gâjâilă, G. 2002; Siloşi, I. 2013).

Mecanismele de reglare a răspunsului imun se bazează pe reacțiile imune, care sunt controlate de către sisteme de reglare de o complexitate cel puțin egală cu a celor care stau la baza declanşării şi exprimării lor. În situația blocării mecanismelor reglatoare, proliferarea clonală sau sinteza de imunoglobuline nu mai poate fi limitată, ajungându-se la alterarea profundă a răspunsului imun, însoțită de instalarea şi evoluția unor boli care, de regulă, au un sfârşit letal. Totodată factorii care intervin în imunoreglare sunt foarte numeroşi. Unii dintre aceştea se corelează cu antigenul, cu tipul şi cantitatea anticorpilor (Taşbac, A. 2014 ).

Testul de transformare limfoblastică (LTT) a fost validat în Europa şi este folosit cu aplicații în

determinarea imunităţii la animalele intacte şi vaccinate în diagnosticul agenţilor infecţioşi, alergii medicamentoase, alimentare etc. Testul se bazează pe principiul diviziunii celulare limfocitare induse de contactul cu antigenul specific.

O reacţie pozitivă la LTT demonstrează existenţa limfocitelor antigen specifice (celule cu memorie) în sângele animalului. LTT oferă informaţii utile privind capacitatea funcţională a limfocitelor T, prin evaluarea răspunsurilor proliferative „in vitro" ale acestor celule la diferiţi stimuli.

Din acest considerent, scopul cercetărilor a fost de a studia utilizarea cu perspectivă a testului de transformare limfoblastică pentru determinarea imunităţii la animalele intacte şi vaccinate.

## MATERIAL ŞI METODĂ

Testul de transformare limfoblastică la bovinele intacte şi vaccinate anticarbunos a fost efectuat cu antigenul PPD (protein purified derivative) extras din *Mycobacterium tuberculosis*. Indicele de transformare limfoblastică a fost determinat în culturi celulare limfocitare, cultivate în termostat la temperatura de 37 $^0$C. Au fost recoltate, steril, probe de sânge din vena jugulară (10-15ml), pe heparină, de la bovine. Probele de sânge au fost lăsate pe 5-6 ore la temperatura camerei în poziţie înclinată. Ulterior s-a separat plasma sanguină, după care au fost separate limfocitele vizualizate sub forma unui inel de culoare albă la hotarul stratului eritrocitar şi plasmei sangvine din eprubetă.

Plasma limfocitară a fost recoltată cu pipeta Pasteur în eprubete sterile de centrifugat, ulterior fiind centrifugate pe parcursul a 5 minute la 1000 rot./min. Stratul supernatant a fost înlăturat. Precipitantul a fost completat cu Mediul 199, efectuând resuspendarea limfocitelor de trei ori. Suspensia limfocitară, obţinută în volum de 3,0 ml, a fost repartizată, câte 1,0 ml, în trei eprubete de centrifugat cu M-199, fiind amestecată cu suspensii antibiotice: penicilină, streptomicină, nistatină pH=7,2-7,4.

Conţinutul primei eprubete a fost constituit din antigen anticarbunos, al eprubetei a doua – din antigen PPD, iar conţinutul celei de a treia eprubete a servit drept martor. Eprubetele au fost termostatate la 37 $^0$C, timp de 120 de ore, după care au fost centrifugate pe parcursul a 5 min la 1000 rot/min. Din sediment au fost prelevate frotiuri, fixate cu metanol şi colorate prin metoda Romanovschii-Giemsa.

Indicele de transformare limfoblastică a fost determinat prin microscopie cu imersie. După numărarea a 200 celule limfocite şi macrofage s-a exprimat procentual numărul de celule blastice şi de limfocite netransformate. Numărarea celulelor a fost vizualizată pe trei câmpuri de microscopie, unde celulele au fost studiate izolat, cu structuri caracteristice bine exprimate.

## REZULTATE ŞI DISCUŢII

Investigarea funcţională a limfocitelor reprezentată de testul de transformare limfoblastică (testul de blastogeneză, diferenţiere blastică) apreciază capacitatea acestor celule de a reacţiona prompt şi intens sub influenţa unor stimuli mitogeni (inductori de mitoză) - antigenici sau neantigenici.

Limfocitele sunt considerate a fi unicele celule care pot reveni într-un stadiu precedent al dezvoltării, adică din limfocite să redevină limfoblaşti. Procesul de blastizare se derulează „in vivo", dar poate fi reprodus şi „in vitro"(Fig. 1).

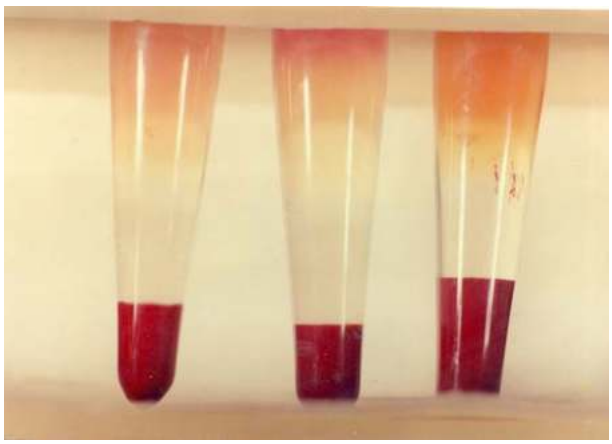


**Figura 1.** *Separarea stratului limfocitar*

Declanşarea transformării limfoblastice reprezintă rezultatul stimulării limfocitelor din structuri mitogene. Prin urmare, această inducție blastogenetică poate fi de tip specific sau nespecific.

În rezultatul cercetărilor efectuate, pe preparatele colorate au fost determinate transformările macrofagale ale limfocitelor. Sub acțiunea agentului specific PPD s-a determinat stimularea limfocitelor provenite de la animalele presensibilizate care determină mecanismul stimulării selective a unei anumite clone de limfocite care recunoaşte antigenul şi, ulterior, limfocitele alogenice într-o cultură mixtă de limfocite.

Intensitatea stimulării limfocitelor a fost evaluată prin determinarea procentuală a blaştilor din populație, procedeu cunoscut sub denumirea de metodă morfologică de evaluare a transformării blastice.

În rezultatul experienței s-au determinat tansformări macrofagale active după revaccinare la animalele mai tinere, cu 15,5% blaşti, comparativ cu varianta martor, unde indicele de stimulare a constituit 3,5%. Indicele de stimulare este considerat pozitiv când valoarea sa constituie 3. Modificările indicelui de blastizare nespecifică reprezintă semnificație evidentă pentru aprecierea capacității funcționale a limfocitelor.

Astfel, scăderea indicelui de stimulare este interpretată ca un indiciu al unui imunodeficit celular, sugerând reducerea capacității de răspuns. Indicii foarte înalți se traduc prin existența unui proces reactiv în plină evoluție din partea unor clone de limfocite cu funcționalitate normală.

Procesul de transformare a limfocitelor în celule macrofage a fost determinat prin mărirea nucleului şi citoplasmei celulelor. Procentul majoritar al macrofagelor la această etapă de cultivare are o activitate fagocitară redusă. Prin urmare, în rezultatul vizualizării preparatelor, s-au observat celule macrofage tinere fără vacuole, cu bazofilie în citoplasmă şi conturul bine determinat al nucleului (Fig. 2).

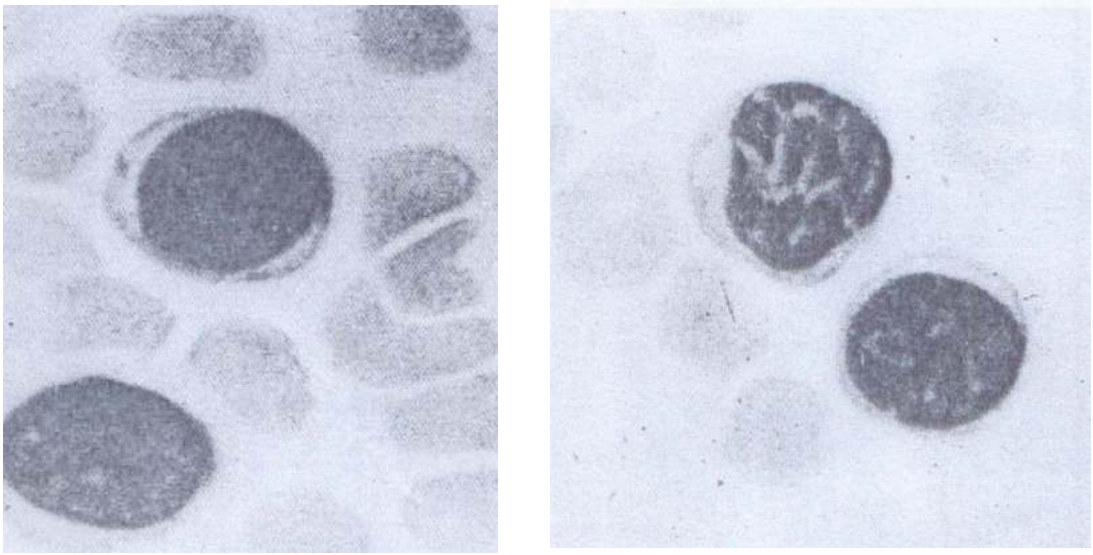


**Figura 2.** *Transformarea limfoblasitcă*

Transformarea limfoblastică a fost studiată la animalele intacte şi imunizate în scopul determinării intensivității procesului imunologic celular. În rezultatul investigațiilor efectuate s-a constatat că transformarea limfoblastică în sângele animalelor imunizate anticarbunos s-a mărit de aproximativ 3 ori în comparație cu martorul, ceea ce denotă un înalt nivel de sintetizare a anticorpilor. Investigarea animalelor mai în vârstă sub acțiunea PPD a determinat transformarea limfoblastică în sângele acestora cu un procent neînsemnat de formare a blastelor.

Aceste observații ne permit să afirmăm că metoda cultivării limfocitelor din sânge pe mediul 199 cu 15% ser taurin şi antibiotice în combinație cu antigen anticarbunos şi antigen PPD, poate fi folosită pentru interpretarea testului de transformare limfoblastică şi, în special, în interpretarea specificității antigen independente a transformării limfoblastice.

## CONCLUZII

Blastogeneza limfocitară este un fenomen metabolic complex, grație caruia limfocitele se modifică morfologic şi comportamental, fapt care le permite să participe la realizarea răspunsului imun. Din populația inițială a limfocitelor doar o parte se transformă blastic, şi anume acele limfocite care dețin receptori de membrană corespunzători epitopilor antigenici, declanşatori de reacție imunitară.

Modificările indicelui de transformare limfoblastică la animalele imunizate, comparativ cu animalele intacte, a demonstrat un nivel înalt de sinteză al anticorpilor.

S-au constatat tansformări macrofagale active după revaccinare la animalele mai tinere care au constituit 15,5% blaşti, comparativ cu varianta martor, la care indicele de stimulare a constituit 3,5%. Modificările indicelui de blastizare nespecifică este semnificativ pentru aprecierea capacității funcționale a limfocitelor.

Testul de transformare limfoblastică poate fi folosit cu succes la interpretarea caracteristicilor statusului imunologic şi specificității restructurării imunologice.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANDRIEŞ, L. (2014). Imunologie clinică. Chişinău. 556 p. ISBN 978-9975-53-383-6.
2. ANDRIEŞ, L., OLINESCU, A. (1992). Compendiu de imunologie fundamentală. Chişinău: Ştiința. 476 p.
3. GÂJÂILĂ, G. (2003). Sistemul imunitar la suine. Bucureşti: Cartea Universitară. 131 p. ISBN 973-86231-7-0.
4. GÂJÂILĂ, G. (2002). Imunologia analitică. Aspecte fundamentale şi metodologice. Bucureşti: Printech. 224 p. ISBN 973-652-583-X.
5. SILOŞI, I. (2014). Imunologie. Craiova: SITECH. 266 p. ISBN 978-606-11-3717-6.
6. SILOŞI, I. (2013). Investigațiile de laborator în imunologie clinică. Craiova: Ed. Medicală Universitară. 241 p.
7. TAŞBAC, A. (2014). Îndrumar pentru laboratorul de imunologie veterinară. Ed. a 2-a, rev. şi adăug. Bucureşti: Larisa Câmpulung Muscel. 170 p. ISBN 978-606-715-271-5.

Data prezentării articolului: 05.05.2015
Data acceptării articolului: 12.08.2015

CZU 619 : [616.36-03+616.74-03] : 636.52/.58.033

# IMPACTUL REMEDIULUI BIOR ASUPRA ACTIVITĂŢII SISTEMULUI PRO - ANTIOXIDANT ÎN FICAT ŞI MUŞCHI LA PUII BROILER

*[1]Ana MACARI, [2]Valentin GUDUMAC, [1]Vasile MACARI, [1]Victor PUTIN*
*[1]Universitatea Agrară de Stat din Moldova,*
*[2]IP Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie"Nicolae Testemiţanu"*

**Abstract.** The study included three groups of broilers, 50 birds each: one control group, one group treated with Catosal, and the third one was treated with BioR, administered intramuscularly twice: on the 7th and, respectively, on the 21st day of life. The BioR remedy, an autochthonous, biologically active remedy, obtained from cyanobacteria *Spirulina platensis* has induced antioxidant changes regarding the oxidant-antioxidant balance, especially at the level of liver. At the end of our studies we have twice collected liver and muscle samples from 5 birds in each group for laboratory tests. It was established that both the BioR remedy and the Catosal preparation are well tolerated by broilers and influence positively the pro-antioxidant system, which results in a reduced amount of malondialdehyde (MDA) in tissues and pro-oxidant activity (POA), and contributes to the amplification of the antioxidant activity of enzymes: catalase and glutathione peroxidase (GPO). It was also found out that BioR increases the total antioxidant activity (AAT) in liver, reduces endotoxicosis and activates anabolic processes in the body.

**Key words**: BioR remedy; Broiler chicken; Liver; Antioxidant enzymes; Antioxidant activity.

**Rezumat.** Studiul a cuprins 3 loturi de pui broiler, a câte 50 capete în fiecare, dintre care un lot de control (martor), unul tratat cu Catosal şi altul cu BioR, administrate intramuscular, în două reprize, la a 7-ea şi, respectiv, la a 21-a zi de viaţă. Remediul BioR, produs biologic activ autohton, obţinut din cianobacteria *Spirulina platensis,* a indus modificări preponderent antioxidante asupra echilibrului oxidant-antioxidant, în special la nivelul ficatului. Pentru examenul de laborator, la finele studiului, s-au recoltat, de 2 ori consecutiv, probe de ficat şi muşchi de la câte 5 pui din fiecare lot. S-a demonstrat faptul că atât remediul BioR, cât şi produsul Catosal sunt bine tolerate de puii broiler, ambele influenţează pozitiv sistemul pro-antioxidant, fapt ce se manifestă prin diminuarea în ţesutul hepatic a dialdehidei malonice (DAM) şi a activităţii prooxidante (APO) şi contribuie la amplificarea activităţii enzimelor antioxidante: catalaza şi glutationperoxidaza (GPO). S-a demonstrat, de asemenea, că BioR contribuie la creşterea în ficat a activităţii antioxidante totale (AAT), precum şi la diminuarea endotoxicozei şi activizarea proceselor anabolice în organism.

**Cuvinte-cheie:** Remediul BioR; Pui broiler; Ficat; Enzime antioxidante; Activitate antioxidantă.

## INTRODUCERE

La momentul actual, avicultura industrială din Republica Moldova reprezintă una dintre cele mai stabile ramuri ale complexului agroalimentar, care într-un timp relativ scurt a reanimat, după o perioadă de tranziţie, producerea ouălor şi a cărnii, dezvoltându-se vertiginos şi contribuind astfel esenţial la asigurarea securităţii alimentare a statului (Macari, V. et al. 2014). În legătură cu faptul că în majoritatea statelor din lume promotorii de creştere clasici (substanţele hormonale şi antibioticele) nu mai sunt acceptate pentru îmbunătăţirea performanţelor productive şi de viabilitate ale animalelor, precum şi pentru menţinerea sănătăţii acestora, devine imperativă elaborarea altor categorii de stimulatori de creştere, ecologic puri, preponderent de origine vegetală, inofensivi pentru animale, om şi mediu (Macari, V. et al. 2014; Rudic, V. et al. 2007; Putin, V. 2014; Karput', I. M. et al. 2009). Studiile recente sugerează faptul că unul dintre remediile bioactive care corespunde acestui deziderat este preparatul BioR, care, paralel cu alte aspecte pozitive, manifestă acţiuni antioxidante la om şi animale (Macari, V. et al. 2014; 2015; Rudic, V. 2007; Macari, A. 2014; 2015). Intensificarea creşterii animalelor are multiple avantaje, dar şi unele consecinţe negative, de exemplu impactul stresului tehnologic, inclusiv cel oxidativ etc. asupra sănătăţii, productivităţii şi, evident, asupra calităţii produselor obţinute de la animale. Acesta şi alte impedimente vin în sprijinul direcţiei ştiinţifice axate pe elaborarea, studiul, testarea şi utilizarea în practica zooveterinară a remediilor bioactive de origine naturală.

Mai mulţi cercetători au constatat că odată cu modificarea parametrilor markeri ai sistemului pro-antioxidant în sânge, în rezultatul utilizării remediilor bioactive, în hepatologia experimentală, în raport cu vârsta animalelor etc., au loc devieri pronunţate ale acestor parametri şi în alte substraturi biologice

(Andronache, L. et al. 2013; Rîvneac, E. et al. 2009; Anisimov, V.N. et al. 1999). S-a demonstrat, de asemenea, faptul că unii compuşi biologic activi autohtoni, cum ar fi BioR$^{Se}$ şi polizaharidele sulfatate din *Spirulina platensis* (PSS), au avut un impact pozitiv în hepatologia experimentală, influenţând benefic restabilirea proprietăţilor antioxidante ale parenchimului hepatic (Andronache, L. et al. 2013; Rîvneac, E. et al. 2009). În acelaşi timp, impactul remediului autohton cianobacterian BioR asupra statutului pro-antioxidant în substraturile biologice (ficat, muşchi) la puii de carne nu a fost elucidat.

Astfel, necesitatea realizării acestui studiu a fost impusă de utilitatea cunoaşterii şi evaluării impactului remediului BioR obţinut din *Spirulina platensis* asupra unor parametri markeri ai sistemului pro-antioxidant în ficat şi muşchi la puii broiler crescuţi în condiţii fiziologice de fabrică avicolă.

## MATERIAL ŞI METODĂ

Preparatul cianobacterian BioR este intens studiat în calitate de remediu hepatoprotector, de regenerare tisulară, antioxidant etc. şi, nu în ultimul rând, ca promotor de creştere la animale şi păsări (Fala, V. 2014; Rudic, V. et al. 2007; Macari, A. et al. 2013; Macari, V. 2003; Macari, V. et al. 2014; Putin, V. 2014). Scopul cercetării a constat în evaluarea impactului remediului BioR asupra parametrilor markeri ai sistemului pro-antioxidant în ţesuturile biologice la puii broiler crescuţi în condiţii fiziologice de fabrică avicolă. Specificăm, de asemenea, faptul că în acest experiment un lot de pui a fost tratat cu alt produs biologic activ, recunoscut pe plan internaţional – Catosal. Pentru atingerea scopului dat a fost realizat un studiu pe 3 loturi de pui broiler (hibrizi de carne „Cobb-500"), a câte 50 de păsări în fiecare lot, conform schemei experimentale redate integral în tabelul 1.

Remarcăm faptul că procedeul de stimulare a productivităţii puilor broiler cu preparatul BioR – produs obţinut pe cale biotehnologică în Laboratorul de Fotobiotehnologie al Institutului de Microbiologie şi Biotehnologie al AŞM (director acad. Rudic V.) – a fost brevetat de către noi (Macari, V. et al. 2011). Acest remediu conţine un complex de substanţe bioactive: oligopeptide, glucide, aminoacizi, în special imunoactivi, macro - şi microelemente.

Pe parcursul cercetărilor puii au fost permanent monitorizaţi: periodic s-a determinat temperatura corporală, mişcările respiratorii, iar pentru elucidarea indicilor bioproductivi, la intervale stabilite de timp, au fost cântăriţi. Specificăm faptul că la finele studiului, în 2 reprize, cu un interval de circa 10 zile, au fost supuşi sacrificării câte 5 pui din fiecare lot, în total 30 de capete. În prealabil sacrificării, de la păsările respective s-au prelevat probe de sânge, iar după sacrificare au fost recoltate porţiuni de ficat şi de muşchi pectorali pentru investigaţii biochimice.

**Tabelul 1.** *Schema administrării remediilor BioR şi Catosal la puii broiler (a 7-ea şi a 21-a zi de viaţă)*

| Loturile de pui | Nr. de pui | Doza şi regimul de administrare, ml/cap | | Calea de administrare |
|---|---|---|---|---|
| | | Prima repriză ( a 7-ea zi de viaţă) | A doua repriză ( a 21-a zi de viaţă) | |
| Martor | 50 | 0,3 ml sol. 0,9% NaCl | 0,5 ml sol. 0,9% NaCl | Intra-muscular |
| Experimental 1 | 50 | 0,2 ml Catosal | 0,4 ml Catosal | |
| Experimental 2 | 50 | 0,3 ml BioR | 0,5 ml BioR | |

Păsările incluse în experiment au fost crescute fără separarea după sex, iar loturile experimentale au fost instituite aleatoriu. Păsările incluse în studiu au fost cazate pe aşternut permanent, în acelaşi adăpost utilat cu echipament de asigurare a microclimatului, de adăpare etc.

În scopul evaluării statutului pro-antioxidant al muşchilor şi a parenchimului hepatic, la finele ciclului tehnologic au fost determinaţi, în dinamică, indicii stresului oxidativ – dialdehida malonică (DAM), activitatea prooxidantă (APO), activitatea celor mai importante enzime ale sistemului antioxidant – superoxiddismutaza (SOD), glutationreductaza (GR), catalaza – , precum şi activitatea antioxidantă totală (AAT**),** conform procedeelor descrise în literatura de specialitate (Gudumac, V., Tagadiuc, O., Rîvneac, V. et al. 2010; Gudumac, V., Rîvneac, V. Tagadiuc, O. et al. 2012).

## REZULTATE ŞI DISCUŢII

În urma investigaţiilor întreprinse pe întreaga perioadă experimentală s-a demonstrat că ambele remedii testate (BioR şi Catosal) nu au provocat reacţii adverse sau abateri de la starea fiziologică normală. Efectul administrării remediului BioR de origine cianobacteriană se manifestă prin diminuarea temperaturii corporale şi a frecvenţei respiratorii, în special spre sfârşitul perioadei de investigare, aceeaşi tendinţă semnalându-se şi în cazul administrării produsului alternativ Catosal. Aceste rezultate sunt relevante, demonstrând inofensivitatea remediilor testate, precum şi starea de sănătate indusă păsărilor experimentale, fapt ce semnifică o rezistenţă mai bună şi o activitate metabolică mai accentuată a puilor trataţi cu aceste produse (Macari, V. et al. 2014).

Importanţa aprecierii parametrilor markeri ai statutului pro-antioxidant în substraturile biologice (ficat, muşchi) rezultă din necesitatea evidenţierii impactului remediului BioR asupra organismului animal la nivel subcelular sau molecular, lucru valabil şi pentru puii broiler crescuţi în condiţii fiziologice de fabrică avicolă. Studiile efectuate, fiind realizate pe carne şi ficat, au relevanţă şi în domeniul siguranţei alimentelor.

Valorile obţinute pentru markerii stresului oxidativ şi ai sistemului antioxidant, atât în substraturile biologice la puii intacţi, cât şi la cei trataţi cu remediul de origine cianobacteriană BioR şi cu produsul alternativ Catosal, sunt redate în tabelul 2.

Datele expuse în tabelul 2 atestă efectul pozitiv al preparatului BioR asupra conţinutului de DAM în ţesutul hepatic, care înregistrează o uşoară diminuare (la 1-a investigare cu 8,2% şi la a 2-a investigare cu 4,0%) în raport cu lotul martor.

**Tabelul 2.** *Influenţa remediului BioR şi a produsului Catosal asupra indicilor peroxidării lipidelor şi ai sistemului antioxidant în substraturile biologice, la puii de carne crescuţi la pardosea (M±m)*

| Semnificaţie | Loturile de animale | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | LM | LE 1 | LE 2 | LM | LE 1 | LE 2 |
| | Ficat | | | Muşchi | | |
| DAM, nM/g. prot | | | | | | |
| 1-a recoltare | 160,14±11,71 | 131,4±13,25 | 147,08±12,9 | 91,14±10,73 | 98,18±12,26 | 88,48±10,56 |
| a 2-a recoltare | 111,72±9,53 | 116,1±17,35 | 107,3±11,51 | 105,34±13,02 | 94,52±20,00 | 124,50±13,58 |
| APO, nM/g. prot | | | | | | |
| 1-a recoltare | 382,91±38,1 | 343,86±45,2 | 315,31±34,4 | 386,14±113,7 | 266,14±51,7 | 430,11±70,2 |
| a 2-a recoltare | 354,42±21,9 | 260,24±71,6 | 247,90±52,8 | 304,15±67,9 | 277,36±53,4 | 370,12±35,0 |
| SOD, u/g. prot | | | | | | |
| 1-a recoltare | 35,16±1,69 | 29,3±1,01* | 29,8±0,99* | 39,14±2,19 | 34,16±3,16 | 35,60±3,15 |
| a 2-a recoltare | 28,56±2,46 | 32,6±1,34 | 27,6±1,51 | 36,96±1,84 | 37,52±3,13 | 38,54±0,40 |
| Catalază, mkM/g. prot | | | | | | |
| 1-a recoltare | 38,69±3,21 | 62,05±9,56* | 50,61±6,30 | 29,58±3,84 | 26,09±5,43 | 33,26±2,78 |
| a 2-a recoltare | 44,97±6,47 | 33,71±5,30 | 32,87±7,59 | 44,71±3.17 | 33,19±2.86* | 29,39±3.56* |
| GPO, mkM/s.g. prot | | | | | | |
| 1-a recoltare | 1,22±0,06 | 1,55±0,29 | 1,77±0,13** | 2,33±0,02 | 2,34±0,04 | 2,17±0,21 |
| a 2-a recoltare | 1,79±0,19 | 1,98±0,06 | 1,98±0,04 | 2,45±0,13 | 2,36±0,13 | 2,35±0,01 |
| AAT (ABTS), mkM/ g.prot | | | | | | |
| 1-a recoltare | 4,03±0,50 | 4,28±0,51 | 4,36±0,72 | 4,94±0,57 | 4,95±0,40 | 4,23±0,47 |
| a 2-a recoltare | 4,46±0,39 | 4,98±0,40 | 4,51±0,34 | 4,86±0,46 | 4,28±0,33 | 4,38±0,62 |
| AAT (cupras), mkM/ g.prot | | | | | | |
| 1-a recoltare | 10,01±0,46 | 20,50±10,33 | 29,39±13,17 | 19,85±8,84 | 12,96±2,21 | 18,36±7,30 |
| a 2-a recoltare | 14,12±4,06 | 9,84±0,43 | 12,93±0,96 | 11,00±0,28 | 14,00±2,29 | 11,42±0,73 |

Notă: *p< 0,05; p< 0,01; DAM – dialdehida malonică; SOD – superoxiddismutaza; AAT – activitatea antioxidantă totală; APO – activitatea prooxidantă; GPO – glutatioperoxidaza

La administrarea produsului Catosal în prima etapă de investigare, parametrul dat s-a diminuat cu 17,9%, pe când la finele cercetării, dimpotrivă, se înregistrează o uşoară amplificare (+3,9%) faţă de lotul martor. Tendinţe de diminuare a DAM în ficatul puilor broiler (la 42 de zile) au semnalat şi alţi autori, care au administrat puilor un supliment de vitamina E, selenium şi extract de *Ocimum sanctum* (Keshavamurthy, S. R. et al. 2013). Analiza indicelui DAM în muşchi (Tab. 2) nu scoate în evidenţă o legitate în manifestarea acestuia, evidenţiindu-se totuşi, în a doua etapă a studiului, o tendinţă de creştere a DAM cu 18,2% în raport cu păsările intacte, dar fără relevanţă statistică.

Cercetările efectuate au stabilit o tendinţă clară de diminuare a APO în ficat la ambele etape de investigare şi în ambele loturi experimentale, dar fără relevanţă statistică. Această diminuare persistă şi în muşchii pectorali, dar numai în lotul tratat cu Catosal, pe când în muşchii puilor trataţi cu remediul BioR, dimpotrivă, se constată o creştere a parametrului investigat la ambii termeni ai investigaţiei – cu 11,4 şi, respectiv, cu 21,7% în raport cu puii intacţi, dar fără relevanţă statistică.

Activitatea celor mai importante enzime ale sistemului antioxidant – superoxiddismutaza (SOD), catalaza şi glutationperoxidaza (GPO) – în ficat şi muşchi la puii intacţi, precum şi la cei trataţi cu remediile BioR şi Catosal este prezentată în tabelul 2. Din analiza datelor obţinute de noi se atestă faptul că ambele produse testate, la prima etapă de investigare, induc o diminuare veridică a activităţii SOD în ficat cu 15,2-16,7%, ( $p< 0,05$) în comparaţie cu păsările intacte. Această tendinţă persistă la lotul de păsări tratat cu produsul BioR şi la termenul tardiv al studiului, pe când la păsările tratate cu Catosal se atestă, dimpotrivă, o amplificare a activităţii acestei enzime cu 14,1% în raport cu lotul martor, dar fără semnificaţie statistică. În opinia noastră, valorile mai scăzute ale activităţii SOD în ţesutul hepatic pot fi explicate, probabil, prin prisma proceselor fiziologico-metabolice derulate în ficat, cu generarea unui număr mai redus de radicali liberi. Această ipoteză poate fi confirmată şi prin intermediul parametrului investigat în muşchi, la care se atestă, de asemenea, o tendinţă de diminuare a activităţii SOD în acest ţesut la ambele loturi tratate cu BioR şi Catosal (cu 9,0-12,7%) în comparaţie cu păsările intacte, pe când la finele studiului, când puii şi-au realizat potenţialul genetic, în manifestarea indicelui investigat se atestă o slabă tendinţă de creştere, dar fără relevanţă statistică în ambele etape ale investigaţiei.

Efectul administrării atât a remediului BioR, cât şi a preparatului Catosal, de 2 ori consecutiv, asupra enzimelor sistemului antioxidant la puii de carne se manifestă prin amplificarea nivelului funcţional al catalazei, în special la ultima investigare (Tab. 2). Astfel, la această etapă nivelul funcţional al catalazei în ţesutul hepatic la lotul tratat cu Catosal a crescut de 1,6 ori ($p< 0,05$), iar la păsările tratate cu BioR parametrul investigat a crescut de 1,3 ori, dar fără relevanţă statistică. S-a demonstrat, de asemenea, faptul că la termenul tardiv de investigare, acest indice la lotul martor creşte cu 16,2% faţă de valorile semnalate la prima recoltare, confirmând astfel tendinţa de manifestare a catalazei semnalată la loturile experimentale, la prima investigare. Aspecte similare sunt obţinute de S.R. Keshavamurthy et al. (2013) care, utilizând un supliment bioactiv la puii broiler, demonstrează amplificarea catalazei în ficat la aceste păsări, sacrificate la vârsta de 42 zile. Ulterior, la a 2-a investigare, activitatea tisulară a catalazei suferă o reducere cu 25,0-26,9% faţă de lotul martor, dar fără relevanţă statistică. Remarcăm faptul că activitatea catalazei în muşchi la prima investigare nu manifestă mari diferenţe între loturile luate în studiu, la lotul tratat cu BioR semnalându-se totuşi o majorare a acestui indice cu 12,4% în raport cu valorile lotului martor. Această majorare a catalazei s-a atestat a fi temporară, fiind urmată, spre finele investigaţiei, de o scădere a activităţii acesteia la puii trataţi cu Catosal şi la cei trataţi cu remediul BioR – cu 25,8%, $p< 0,05$, şi, respectiv, cu 34,3%, $p< 0,05$ în raport cu lotul de referinţă.

La administrarea remediului BioR, activitatea glutationperoxidazei în ţesutul hepatic (Tab. 2) înregistrează o pronunţată amplificare a activităţii tisulare la ambele etape ale investigaţiei (+45,1%, $p< 0,0$, la prima şi, respectiv, la a 2-a etapă de cercetare +10,6%) în raport cu lotul martor. Aspecte similare sunt obţinute şi în cazul testării produsului Catosal, dar fără relevanţă statistică. Cercetările efectuate au stabilit că activitatea enzimei în muşchi (Tab. 2) suferă o uşoară reducere în ambele loturi experimentale comparativ cu lotul martor, însă fără relevanţă statistică, fapt explicat probabil prin prisma proceselor metabolice derulate în ţesutul muscular la aceste păsări.

N. Bacinschi (2011) consideră că pentru evaluarea pulului heterogen al diverselor clase de antioxidanţi se solicită o noţiune integrală nespecifică – activitatea antioxidantă totală – care permite dozarea completă a tuturor componentelor, în produsul biologic, cu potenţial antioxidant. Datele incluse în tabelul 2 demonstrează o uşoară amplificare a nivelului AAT cu abts în ţesutul hepatic, noţiune

integrală realizată cu ajutorul radicalului cationic stabil, care permite determinarea AO hidrosolubili, radicalul dat însă nefiind considerat drept fiziologic de către unii autori (Knasmiiller, S. et al. 2008). În lotul tratat cu BioR (+8,2% la prima etapă de investigare şi numai +1,1% la a 2-a etapă) se atestă tendinţe similare, observate şi la lotul tratat cu Catosal. Cercetarea parametrului investigat în ţesutul muscular nu manifestă o acţiune vădită, în lotul tratat cu remediul BioR înregistrându-se totuşi o reducere a acestei activităţi – cu 14,4% la prima etapă de investigare şi, respectiv, cu 9,9% la a 2-a investigare, în comparaţie cu valorile de referinţă, dar fără relevanţă statistică. Această scădere a parametrului determinat în muşchi la lotul tratat cu Catosal s-a dovedit a fi numai la ultimul termen investigaţional (– 11,9%) în raport cu lotul martor.

O altă componentă a activităţii antioxidante determinată în cazul studiului nostru este şi AAT cu cupras. Aceasta este o metodă mai specifică decât metoda cu abts, care determină nivelul de AO hidrosolubili la un pH aproape de cel fiziologic. Din cauza potenţialului mai mic, reactivul cupras nu oxidează glucidele reducătoare (glucoza, galactoza) sau acidul citric care nu sunt AO adevăraţi, fapt ce reprezintă un avantaj al metodei date (Apak, R. 2008; Badarinath, A. V. et al. 2010). La administrarea remediului cianobacterian BioR în codiţii fiziologice de fabrică avicolă, la prima etapă de investigaţii AAT cu cupras înregistrează o amplificare a activităţii sale de 2,9 ori în comparaţie cu valorile estimate în ficat la lotul martor, dar fără relevanţă statistică. Aspecte similare sunt obţinute la acest termen de investigare şi la lotul de pui tratat cu produsul alternativ Catosal. Aceste rezultate sunt, fără dubiu, benefice, ceea ce se explică prin actualitatea metodelor utilizate, şi pledează în favoarea preparatelor bioactive testate. Ipoteza înaintată este aplicabilă şi pentru ultima etapă a investigaţiei, când la lotul martor s-a demonstrat, de asemenea, o amplificare a acestei activităţi cu 41,1% faţă de prima investigare, repetând tardiv fenomenul cu AAT cu cupras înregistrat anterior în loturile experimentale. Spre sfârşitul perioadei experimentale, această majorare a parametrului investigat în loturile experimentale s-a dovedit a fi temporară, fiind urmată de o scădere cu 30,3% a AAT cu cupras, la lotul tratat cu Catosal, şi, respectiv, cu 8,4%, la cel tratat cu BioR, faţă de lotul martor, dar fără relevanţă statistică. Rezultatele studiului întreprins nu au scos în evidenţă divergenţe palpabile ale parametrului investigat, la ambele etape de studiu, în ţesutul muscular la puii din toate loturile încadrate în această cercetare, fapt ce vorbeşte despre inofensivitatea remediilor testate.

Este deja demonstrat faptul că remediul BioR administrat păsărilor participă la diminuarea endotoxicozei, ipoteză confirmată prin scăderea nivelului seric al parametrilor markeri ai endotoxicozei – substanţe cu masă moleculară medie (MMM) şi substanţe necrotice (SN) – şi, concomitent, la creşterea dipeptidei histidinice – carnozina serică (Macari, V. et al. 2015; Macari, A. 2015). Însă rămâne necunoscut modul cum acţionează remediul BioR asupra parametrilor markeri ai endotoxicozei la nivel de ficat şi masă musculară. Cercetările efectuate de noi au înregistrat o tendinţă de creştere a MMM în ţesutul hepatic, în rezultatul administrării la puii de carne atât a produsului Catosal, cât şi a remediului ciabnobacterian BioR, valori care la etapa a doua a investigaţiei nu diferă, practic, la loturile luate în studiu. Această majorare a MMM în ficat poate fi explicată, probabil, prin capacitatea mai mare a acestei glande de a capta şi de a supune detoxificării substanţele toxice, marcheri ai intoxicaţiei organismului. Această ipoteză înaintată de noi poate fi confirmată, indirect, prin nivelul mai scăzut al acestor substanţe în sânge la păsările tratate cu bioremediul BioR (Macari, V. et al. 2015), dar şi direct, prin intermediul acestor substanţe în muşchi. Astfel, conform rezultatelor obţinute de noi, nivelul MMM în ţesutul muscular, în ambele etape ale investigaţiei, la lotul de pui care a beneficiat de BioR a înregistrat o uşoară scădere, ceea ce pledează în favoarea remediului studiat. Remarcăm faptul că dinamica SN în ţesutul hepatic şi în muşchi a fost similară cu cea a substanţelor cu masă moleculară medie.

La administrarea bioremediului BioR puilor broiler în condiţii fiziologice de fabrică avicolă, conţinutul ceruloplasminei în ţesutul hepatic, în ambele etape ale investigaţiei, înregistrează o uşoară ascensiune, care lipseşte în cazul dozării acestui indice în ţesutul muscular.

Aşadar, rezumând cele expuse, remarcăm faptul că ambele remedii testate participă activ în procesele de protecţie antioxidantă în substraturile biologice. A fost relevat faptul că atât majoritatea enzimelor acestui sistem de protecţie, cât şi ambii parametri ai activităţii antioxidante totale, care caracterizează în ansamblu toate componentele cu acţiune antioxidantă în substraturile biologice, au înregistrat activităţi tisulare crescute, în special în ficat, fapt ce denotă creşterea proprietăţilor antioxidante ale acestui organ şi, evident, ale întregului organism.

## CONCLUZII

1. Administrarea la puii de carne a remediului cianobacterian BioR, obţinut din *Spirulina platensis*, de 2 ori consecutiv, într-o perioadă de circa 40 de zile, are o toleranţă generală şi locală foarte bună.

2. În condiţii fiziologice de fabrică avicolă, remediul cianobacterian BioR, administrat puilor de carne de 2 ori consecutiv, influenţează pozitiv sistemul pro-antioxidant, fapt ce se manifestă prin diminuarea în ţesutul hepatic a dialdehidei malonice (DAM) şi a activităţii prooxidante (APO), concomitent amplificându-se activitatea enzimelor antioxidante: catalaza şi glutationperoxidaza (GPO).

3. Administrarea remediului cianobacterian BioR la puii de carne contribuie la creşterea în ficat a activităţii antioxidante totale (AAT), precum şi la diminuarea endotoxicozei şi activizarea proceselor anabolice în organism.

## REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

1. ANDRONACHE, L., TAGADIUC, O., SARDARI, V. et al. (2013). Modificările proceselor de oxidare cu radicali liberi şi protecţiei antioxidante în intoxicaţia cu CCI4 şi influenţa polizaharidelor sulfatate din spirulină. In: Anale ştiinţifice ale USMF „N. Testemiţanu". Probleme medico-biologice şi farmaceutice. Vol. 1. Chişinău, pp. 112-118.

2. BACINSCHI, N. (2011). Influenţa preparatelor entomologice asupra stresului oxidativ în afecţiunile hepatice toxice. In: Anale ştiinţifice ale USMF „N. Testemiţanu". Probleme medico-biologice şi farmaceutice. Vol. 1. Chişinău, pp. 340-346.

3. BADARINATH, A.V., MALLIKARJUNA RAo, K., MADHU SUDHANA CHETTY, C., RAMKANTH, S., RAJAN, T.V.S, GNANAPRAKASH, K. (2010). A Review on In-vitro Antioxidant Methods: Comparisons, Correlations and Considerations. In: International Journal of PharmTech Research. Vol. 2, no. 2, pp. 1276-1285. ISSN 0974-4304.

4. FALA, V. (2014). BioR – baza optimizării proceselor de regenerare tisulară: monografie. Chişinău. 256 p. ISBN 978-9975-57-127-2.

5. GUDUMAC, V., RÎVNEAC, V., TAGADIUC, O. et al. (2012). Metode de cercetare a metabolismului hepatic: elaborare metodică. Chişinău. 162 p. ISBN 978-9975-63-340-6.

6. GUDUMAC, V., TAGADIUC, O., RÎVNEAC, V. et al. (2010). Investigaţii biochimice de laborator: elaborare metodică. Chişinău: Elena V.I. 104 p. ISBN 978-9975-106-05-4.

7. KESHAVAMURTHY, S.R., KUMAR, Shiva, MANOHAR, C.B., SHARADAMMA, K.C. (2013). Effect of antioxidant formulation supplementation through water on antioxidant status of broiler chicken. In: International Journal of Advanced Biological Research, vol. 3(3), pp. 470-474. ISSN 2250-3579.

8. MACARI, V. (2003). Aspecte fiziologico-metabolice ale acţiunii preparatului BioR de origine algală asupra organismului porcin: autoref. tz. doct. hab. în biologie. Chişinău. 49 p.

9. MACARI, A. (2014). Evoluţia ceruloplasminei şi a transferinei serice la prepeliţele recondiţionate şi tratate cu un produs cianobacterian autohton. In: Lucrări şt., Univ. Agrară de Stat din Moldova. Vol. 40: Medicină Veterinară. Chişinău, pp. 40-43. ISBN 978-9975-64-125-8.

10. MACARI, A. (2015). Influenţa remediului BioR asupra unor parametri ai endotoxicozei şi dipeptidelor histidinice în serul sanguin la puii broiler. In: Ştiinţa Agricolă, nr. 1, pp. 101-105. ISSN 1857-0003.

11. MACARI, V., GUDUMAC, V., MACARI, Ana, PUTIN, V., DIDORUC, S. (2015). Manifestations of endotoxicosis marker indices and the histidine-dipeptides in quails treated wiht an autochthonus remedy. In: The Xth International Congress of Geneticists and Breeders, 28 June-1 Julie 2015: Abstract Book. Chisinau: Biotehdesigh, p. 173.

12. MACARI, A., PUTIN, V., MACARI, V., GUDUMAC, V. (2013). The effects of the BioR remedy on certain parameters of endotoxicosis and histidine dipeptides in broilers treated with BioR starting with the 9 day of life. In: Actual problems of protection and sustainable use of the animal world diversity: 8-th Intern. Conf. of Zoologists, 10-12 oct. 2013: Book of Abstract. Chişinău, pp. 63-64.

13. MACARI, V., PUTIN, V., RUDIC, V., MACARI, A., BĂLĂNESCU, S., ENCIU, V. (2014). Procedeu de ameliorare a sănătăţii şi stimulare a productivităţii la puii de carne: recomandări. Chişinău: UASM. 35 p.

14. MACARI, V., RUDIC, V., PUTIN, V., MACARI, A. (2011). Procedeu de stimulare a productivităţii puilor broiler: brevet MD nr. 4101. Publ. în BOPI nr. 3/2011.

15. PUTIN, V. (2014). Aspecte fiziologo-metabolice ale acţiunii preparatului BioR asupra puilor-broiler: Autoref. tz. doct. în şt. biologice. Chişinău. 30 p.

16. RIVNEAC, E., GUDUMAC, V., RUDIC, V. ş.a. (2010). Influenţa remediului BioRSe asupra activităţii sistemului antioxidant în ficat în procesul de regresie a cirozei hepatice experimentale. In: Anale ştiinţifice ale Univ. de Stat de Medicină şi Farmacie „Nicolae Testemiţanu". Probleme medico-biologice şi farmaceutice. Vol. 1. Chişinău, pp. 200-205.

17. RUDIC, V., COJOCARI, A., CEPOI, L., CHIRIAC, T., RUDI, I., GUDUMAC, V., MACARI, V. et al. (2007). Ficobiotehnologie - cercetări fundamentale şi realizări practice. Chişinău. 365 p.

18. АНИСИМОВ, В.Н., АРУТЮНЯН, А.В., ОПАРИНА, Т.И. и др. (1999). Возрастные изменения активности свободнорадикальных процессов в тканях и сыворотке крови крыс. В: Рос. физиол. журнал им. И.М. Сеченова, т. 85, № 4, с. 502-507. ISSN 0869-8139.

19. КАРПУТЬ, И.М., КУРДЕНКО, А.П., БАБИНА, М.П. и др. (2009). Рекомендации по применению иммунокорректоров для повышения резистентности и профилактики болезней молодняка с. -х. животных и птиц. Витебск: ВГАВМ. 56 с.

20. МХІТАРЯН, Л.С., КУЧМЕНКО, О.Б. (2004). Окислювальний стресс: механізми розвитку і роль в патології. Київ. 223 с.

Data prezentării articolului: 11.09.2015
Data acceptării articolului: 05.11.2015

УДК 636.22/.28.083.38:611.78(477)

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОЖИ И МОРФОМЕТРИИ ВОЛОС КОРОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ

***В.Г. ПРУДНИКОВ, Ю.С. РОЙ***
*Харьковская государственная зооветеринарная академия, Украина*

**Abstract.** The article includes research results of the skin structure and its variability in the Aberdeen Angus and the new Ukrainian Angus beef cattle breed in the east of Ukraine in winter under the conditions of year-round outdoor keeping. We have also studied such indices of animal hair as its length, thickness and density, the correlation between rough and fluff hair fractions. Studies show that more than a half of animal hair contains fluff, as climate conditions in winter contribute to the optimized heat shielding in animals. It has been noticed that the hair in cows of the new Ukrainian Angus beef breed is longer and thicker than in the Aberdeen Angus breed. As to skin indices, the general skin thickness in cows of the new breed is by 7.8% higher than in the Aberdeen Angus breed. Epidermis and reticular layer indices are by 7.6 and 11% higher respectively. But the papilla layer and adipose glands are more developed in the Aberdeen Angus breed, though secretion intensity of adipose glands is almost the same in both breeds during the winter period.

**Key words:** Cows; Breed; Skin; Hair; Morphometry.

**Реферат:** В статье представлены результаты изучения структуры кожи и ее изменчивость в зимнее время года у коров абердин-ангусской и создаваемой украинской ангусской мясной породы в условиях круглогодового выгульного содержания на востоке Украины. Также представлены результаты исследования таких показателей волосяного покрова животных, как длина и толщина волоса, густота волос, соотношение грубых фракций волоса к пуху. Исследования показывают,что у подопытных животных более чем половину покрова составляет пух, так как климатические условия зимней поры года стимулируют оптимизацию теплозащиты организма животного. У коров создаваемой украинской ангусской мясной породы отмечается большая длина и толщина волос, чем у коров абердин-ангусской породы. Что касается показателей кожи, то коровы создаваемой породы преобладают над коровами абердин-ангусской породы по общей толщине кожи на 7,8 %, преимущество по эпидермису и сетчатым слоем кожи составляет 7,6% и 11% соответственно. Но у коров абердин-ангусской породы более развиты сосочковый слой и сальные железы, хотя интенсивность секреции последних у обеих пород в зимнее время года почти не различается.

**Ключевые слова:** Коровы; Порода; Кожа; Волосяной покров; Мофометрия.

## ВВЕДЕНИЕ

Все многоклеточные животные покрыты кожей – покровом, состоящим из одного или многих слоев клеток. Покровные ткани у разных животных приобретают чрезвычайно своеобразные формы вплоть до так называемого наружного скелета членистоногих и чешуи рыб (Хрипкова, А.Г. 1980).

Тело крупного рогатого скота покрыто волосистой кожей и производными кожного покрова. которые представляют собой универсальную полифункциональную естественную систему, сочетающую в себе структуры, обеспечивающие резистентность, терморегуляцию, экскрецию и т.д.

Изучением структуры кожного и волосяного покровов крупного рогатого скота, их взаимодействия и функционирования занимались и занимаются ученые разных стран (Раушенбах, Ю.О. 1975; Кацы, Г.Д. 2012; Доротюк, Е.М. 1978; Рой, Ю.С. 2013; Прудников, В.Г. 2014 и др.).

На основе этих исследований можно сделать вывод, что кожно-волосяной покров – это единый комплекс, объединенный общей адаптивной ролью (защита, терморегуляция, синтез витамина Д, выделение продуктов обмена и т.п.). Однако различные его компоненты в разной степени коррелируют с особенностями содержания, климата, кормления соответствующих пород и проявляют разную степень изменчивости (Кацы, Г.Д. 2011).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе хазяйства, расположенного в Восточном регионе Украины, который имеет специфические природно-климатические условия, отличные от климата местности, где была выведена эта порода. В исследуемом нами хозяйстве абердин-ангусская порода содержится по круглогодичной выгульной системе.

Для проведения опытов было сформировано 2 группы животных разных пород по 20 голов в каждой. Образцы кожи и волос брали у 5 типичных представителей породы из каждой группы. Образцы волос состригали ножницами на боку за лопаткой. Исследования проводились по методике И.Д. Козлова и др. (1968). Образцы кожи отбирали методом биопсии на середине боковой поверхности груди с правой стороны. Предварительно на участке, где было намечено взятие образцов, состригали волосы. Фиксацию образцов осуществляли в 10% растворе нейтрального формалина в течение 24 часов, затем переносили в 5% раствор. Гистологические срезы делали на замораживающем микротоме толщиной 30 и 60 мкм: 30 мкм для горизонтальных и 60 – для вертикальных срезов (Кацы, Г.Д. и др. 2012).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

При исследовании волосяного покрова животных изучались такие показатели, как длина и толщина волоса, густота волос на 1 см$^2$, масть животных, а также соотношение грубых фракций волоса к пуху. В таблице 1 показана морфометрия волос у коров абердин-ангусской породы британской селекции и коров создаваемой украинской ангусской мясной породы в зимнее время года.

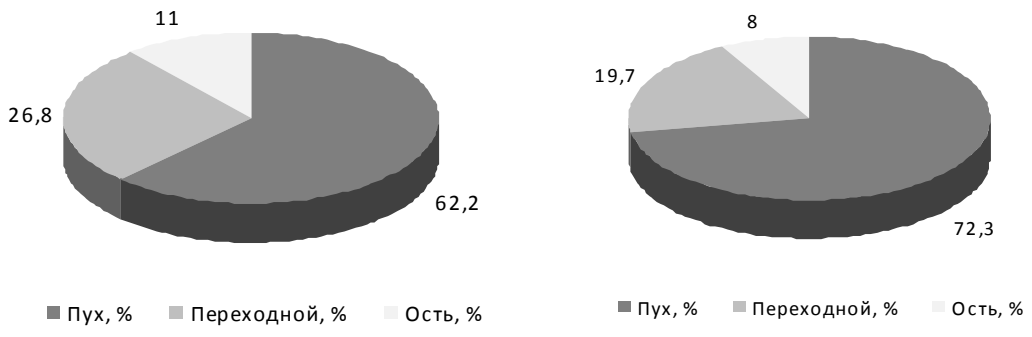
**Таблица 1.** *Морфометрия волос коров абердин-ангусской породы британской селекции и коров создаваемой украинской ангусской мясной породы в зимнее время года*

| Порода | n | Длина, мм | Толщина, мкм | Густота, шт./см$^2$ | Соотношение фракций, % | | | Соотношение грубых фракций к пуху |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | пух | переходной | ость | |
| Создаваемая украинская ангусская мясная | 5 | 44,4 ± 0,4 | 30,0 ± 1,1 | 842 ± 34 | 62,2 | 26,8 | 11,0 | 0,6 |
| Абердин-ангусская порода британская селекция | 5 | 38,4 ± 0,6 | 26,4 ± 1,0 | 828 ± 50 | 72,3 | 19,7 | 8,0 | 0,4 |

Как видно из табл. 1, у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы длина волос на 5,8 мм больше, чем у коров британского типа. Толщина волос тоже больше у этих животных – на 3,6 мкм. Известно, что чем тоньше волос и чем больше содержит пуха, тем лучше теплозащита животных зимой. По этому показателю преобладают коровы британского типа, но у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы большая густота волос. А чем больше густота волос на 1 см$^2$, тем хуже проходит теплоотдача тепла организмом.

Из результатов исследования видно, что у подопытных животных более чем половину покрова составляет пух, то есть под воздействием климатических условий зимней поры года происходит оптимизация теплозащиты организма животного.

Данные о соотношении волосяных фракций в зимнее время года у исследуемых коров приведены на рис. 1.




а б

**Рисунок 1.** *Соотношение фракций волоса у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы (а) и у коров абердин-ангусской породы британской селекции (б)*

На рисунках 2 и 3 мы видим, что у коров абердин-ангусской породы британского типа в структуре волосяного покрова пуха больше на 10,1 %. Тогда как переходного и ости больше у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы – на 7,1 и 3 % соответственно.

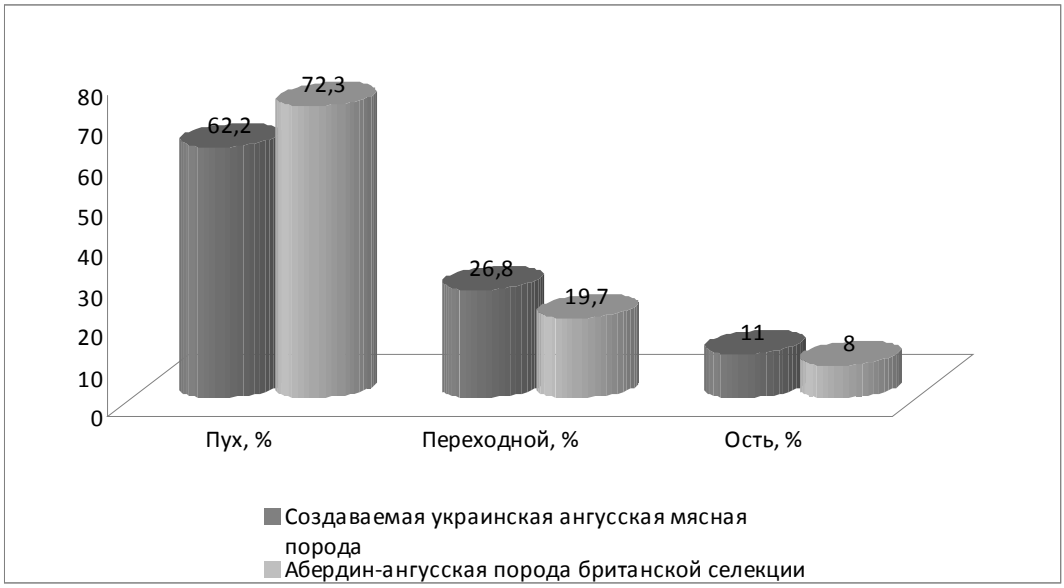



**Рисунок 2.** *Структура волосяного покрова у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы и абердин-ангусской породы британской селекции*

**Рисунок 3.** *Соотношение фракций волосяного покрова коров создаваемой украинской ангусской мясной породы к коровам абердин-ангусской породы британсокой селекции*

Изучая структуру кожи и ее изменчивость были получены данные, приведенные в таблице 2.

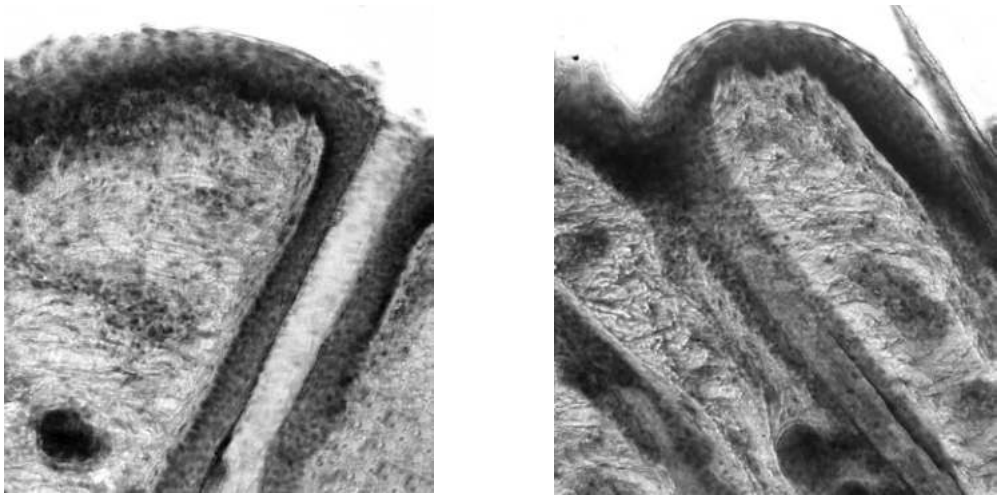
Как видно из представленных данных, кожа коров абердин-ангусской и создаваемой украинской ангусской мясной пород отличаются незначительно. Коровы создаваемой породы преобладают над коровами абердин-ангусской породы по общей толщине кожи на 7,8 %.

Внешний слой кожи у подопытных животных развит хорошо и составляет 1,2 - 1,3% к общей площади кожи. У коров создаваемой породы слой эпидермиса больше на 7,6 %.

Толщина сосочкового слоя кожи больше у коров абердин-ангусской породы британской селекции – на 3,3 %. Сосочковый слой занимает 22,0 - 24,7 % от общей площади кожи. В этом слое расположены функционально активные структуры кожи – волосяные фолликулы, потовые и сальные железы.

**Таблица 2.** *Морфометрия структури кожи коров абердин-ангусской породи британской селекции и коров создаваемой украинской ангусской мясной породы в зимний период года*

| Порода | n | Кожа, мкм | В т.ч. слои кожи | | | Железы, мм$^2$ | | Густота ВФ, шт./см$^2$ | Зажиренность эпидермиса, балл |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | эпидермис | сосочковый | сетчатый | потовые | сальные | | |
| Создаваемая украинская ангусская мясная | 5 | 6484±307 | 80,3±3,3 | 1429±88 | 4974±226 | 0,443±0,03 | 0,062±0,004 | 842 ± 34 | 1,4 ± 0,2 |
| Абердин-ангусская порода британская селекция | 5 | 5977±90 | 74,2±4,5 | 1477±51 | 4426±121 | 0,395±0,03 | 0,065±0,004 | 828 ± 50 | 1,4 ± 0,2 |



а б

**Рисунок 4.** *Эпидермис коров абердин-ангусской (а) и создаваемой украинской ангусской мясной (б) пород, увеличение 200х*

Потовые железы кожи крупного рогатого скота находятся на грани сосочкового и сетчатого слоя и имеют преимущественно мешкообразную, часто с несколькими коленями, форму (Рис. 5 а,б).

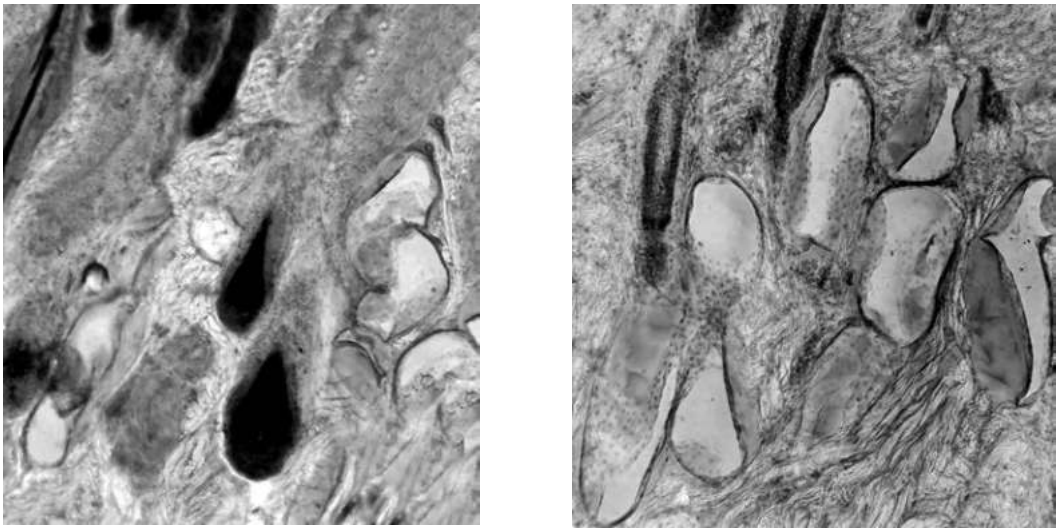
Разница между развитием потовых желез у коров абердин-ангусской и создаваемой украинской ангусской мясной пород составляет 10,8 % в пользу последних. Преимущество в развитии сальных желез наблюдается у коров абердин-ангусской породы на 4,6 %, но интенсивность секреции этих желез у обеих пород почти не различается.

Плотность волосяных фолликулов, залегающих в сосочковому слое, у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы больше на 1,7 % по сравнению с коровами британского типа.

Относительная толщина сетчатого слоя изучаемых пород составляет 75,4 % от общей площади кожи. Сетчатый слой у коров абердин-ангусской породы британской селекции на 11 % меньше, чем у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы.

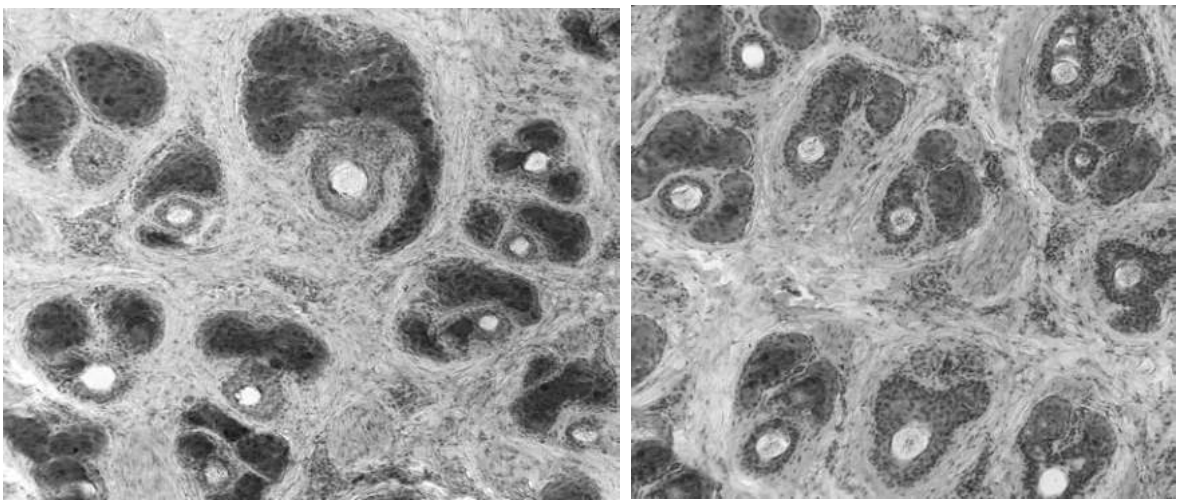
## ВЫВОДЫ

У коров создаваемой украинской ангусской мясной породы отмечается большая длина и толщина волос, чем у коров абердин-ангусской породы – на 13,1 и 12,0 % соответственно. По густоте волос разница невелика и составляет 1,7 % в пользу создаваемой породы. По соотношению фракций волосяного покрова имеет преимущество пух, который составляет 62,2 % у коров создаваемой породы и 72,3 % у коров абердин-ангусской породы. Относительно



а б

**Рисунок 5.** *Потовые и сальные железы коров абердин-ангусской (а) и создаваемой украинской ангусской мясной (б) пород, увеличение 100х*



а б

**Рисунок 6.** *Густота волосяных фолликулов и связанных с ними сальных желез у коров абердин-ангусской (а) и создаваемой украинской ангусской мясной (б) пород, увеличение 100х*

показателей кожи, то коровы создаваемой породы преобладают над коровами абердин-ангусской породы по общей толщине кожи на 7,8 %, преимущество по эпидермису и сетчатому слою кожи составляет 7,6% и 11% соответственно. Но у коров абердин-ангусской породы более развит сосочковый слой и сальные железы, хотя интенсивность секреции последних у обеих пород в зимнее время года почти не различается. Потовые железы более развиты у коров создаваемой украинской ангусской мясной породы – на 10,8 %.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДОРОТЮК, Э.Н., САВИНА, Д.Г. (1978). Некоторые показатели кожного и волосяного покрова у животных при межпородном скрещивании. В: Проблемы мясного скотоводства: ВНИИ мясн. скотоводства, т. 23, ч. 1, с. 104-108.

2. КАЦЫ, Г.Д. (2011). Морфо-физиологическая оценка животных. Луганск. 103 с.

3. КАЦЫ, Г.Д., КОЮДА, Л.И. (2012). Методические рекомендации к исследованию кожи и мышц млекопитающих. Луганск, с. 23-25.

4. КАЦЫ, Г.Д., ЛАДЫШ, Е.Д. (2011). Анализ зиммнего волосяного покрова мясного скота. В: Вісник Сумського НАУ, № 10(20), с. 51-55.

5. КОЗЛОВ, И.Д., СПЕШНЕВА, З.В., КРАВЧЕНКО, А.Н. (1968). Методика лабораторной оценки числового соотношения волокон различных фракций неоднородной шерсти. Аскания-Нова. 13 с.

6. ПРУДНИКОВ, В.Г., РОЙ, Ю.С. (2014). Сравнительный анализ гистологического строения кожи и адаптационных качеств коров абердин-ангусской и создаваемой украинской ангусской мясной породы. В: Вісник Сумського НАУ, № 2/1(24), с. 69-73.

7. РАУШЕНБАХ, Ю.О., ПРАСОЛОВА, Л.А. (1975). Некоторые данные о генетической природе экологических различий в структуре волосяного покрова у крупного рогатого скота. В: Тепло- и холодоустойчивость домашних животных, с. 270-284.

8. РОЙ, Ю.С. (2013). Сравнительный анализ волосяного покрова коров абердин-ангусской и создаваемой украинской ангусской мясной породы в летний период года. В: Проблемы зооинженерии и ветеринарной медицины. Вып. 27, ч. 1, с. 96-101.

9. ХРИПКОВА, А.Г., КОГАН, А.Б., КОСТИН, А.П. (1980). Физиология животных. Москва: Просвещение. 192 с.

Data prezentării articolului: 11.09.2015
Data acceptării articolului: 05.11.2015

УДК 612.017 619:616.9 616.83

# ПОКАЗАТЕЛИ ИММУНОГРАММ СОБАК ПРИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ СЕНСИБИЛИЗАЦИИ Т-«АКТИВНЫХ» ЛИМФОЦИТОВ К АДРЕНАЛИНУ И ГАММААМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЕ

***М.М. БРОШКОВ***
*Одесский государственный аграрный университет, Украина*

**Abstract.** We have conducted a research to study immunogram peculiarities in dogs depending on the sensitization degree of "active" T-lymphocytes to adrenaline and gamma-aminobutyric acid. Research material included stabilized peripheral blood of outbred dogs at the age of 1-5 years (n = 62) who had the same living and nutritional conditions. It was established that animals with a greater sensitization of T-"active" lymphocytes to the gamma-aminobutyric acid have on average by $2.0 \times 10^6$ less leukocytes. At the same time the relative number of lymphocytes in animals with high sensitization (more than 10%) to adrenaline and low sensitization to the gamma-aminobutyric acid is decreased by 4.6% ($p < 0.01$) as compared to the former. Results of immunological studies in animals with the same sensitization degree to both adrenaline and gamma-aminobutyric acid showed that such receptor activity of T-lymphocytes results in a higher relative amount of lymphocytes. It has been also established that the increased sensitization of lymphocytes to adrenaline increases the number of leucocytes and the increased sensitization to the gamma-aminobutyric acid has the opposite effect.

**Key words**: Dogs; Lymphocytes; T-helper cells; Natural killer cells; Sensitization; Adrenaline; Gamma-aminobutyric acid.

**Реферат.** Проведены исследования по изучению особенностей иммунограмм собак в зависимости от степени сенсибилизации «активных» Т-лимфоцитов на адреналин и гаммааминомасляную кислоту. Материалом для исследований была предварительно стабилизированная периферическая кровь беспородных собак, возрастом 1–5 лет (n=62), которые имели одинаковые условия содержания и кормления. Установлено, что у животных с большей сенсибилизацией Т-«активных» лимфоцитов к гаммааминомасляной кислоте количество лейкоцитов меньше в среднем на 2,0Ч$10^6$. При этом относительное количество лимфоцитов у животных с высокой сенсибилизацией (больше 10%) к адреналину и низкой к гаммааминомасляной кислоте по сравнению с первыми на 4,6% ($p<0,01$) меньше. Результаты иммунологических исследований у животных с одинаковой уровнем сенсибилизации к адреналину и гаммааминомасляной кислоте показали, что при такой активности рецепторного аппарата Т-лимфоцитов отмечается более высокое относительное количество лимфоцитов. Повышение сенсибилизации лимфоцитов к адреналину способствует увеличению количества лейкоцитов, а повышение сенсибилизации к гаммааминомасляной кислоте способствует противоположному эффекту.

**Ключевые слова:** Собаки; Лимфоциты; Т-хелперы; Естественные киллеры; Сенсибилизация; Адреналин; Гаммааминомасляная кислота.

## ВВЕДЕНИЕ

Интегративные системы организма – нервная, иммунная и эндокринная – сопряженно функционируют в тесном взаимодействии на всех иерархических уровнях в организации регуляторных процессов в организме. Учитывая такое единство, исследователи приходят к выводу, что дезрегуляторная патология в какой-либо из трех основных гомеостатических систем организма, инициированная негативным влиянием любых патологических факторов, вследствие дефектности механизмов адаптивного гемокинеза в организме животных будет отражаться на функции специализированных органов и тканей во всех биологических системах (Дегтяренко Т., 2008, Штарк М., 1995).

В настоящее время доказана возможность абсорбции катехоламинов поверхностью активированных иммунокомпетентных клеток, что свидетельствует об экспрессии на мембрану этих клеток адренорецепторов во время иммунизации или других процессов (Кцоян А, 2002). Мишенями иммунной системы для влияния нейромедиатора адреналина являются Т-лимфоциты. Установлено, что уровень Т-адренорецепции отображает степень активности симпатоадреаловой системы в ответ на действие стресс-фактора. Это дает основания считать, что рецепция Т-«активных» лимфоцитов отображает стрессорную реакцию организма (Дегтяренко Т., 1997).

Исследования, проведенные Беляевой С.С. (2004), показали иммунтропные эффекты некоторых производных гаммааминомасляной кислоты (ГАМК), что выражалось в повышении функциональной и фагоцитарной активности нейтрофилов периферической крови. По данным Трокоза А.В. и др. (2012), отмечена взаимосвязь между подвижностью процессов возбуждения и торможения в коре большого мозга и содержанием гемоглобина в крови животных.

Адаптативно направленная нейроиммуномодуляция при условии адекватного влияния на тонкий баланс возбуждающих и тормозящих функциональных процессов может обеспечить положительные лечебные эффекты. В доступных литературных источниках мы не нашли данных о иммунофизиологическом состоянии организма в зависимости от уровня сенсибилизации лимфоцитов к нейромедиаторам.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на кафедре физиологии, биохимии и микробиологии Одесского государственного аграрного университета совместно с лабораторией иммунологии института глазных болезней им. акад. В. П. Филатова. Клинический осмотр собак и отбор проб крови проводили в условиях частной ветеринарной клиники г. Одессы. Материалом для исследований была предварительно стабилизированная периферическая кровь беспородных собак возрастом 1–5 лет (n=62), которые имели одинаковые условия содержания и кормления. Кровь отбирали утром на голодный желудок из локтевой вены в пробирку с ЭДТА. В крови определяли абсолютное количество лейкоцитов, относительное количество лимфоцитов и их субпопуляций, а также количество фагоцитирующих нейтрофилов (Влизло В.В. и др., 2012). Количество лейкоцитов подсчитывали в камере Горяева, лейкоцитарную формулу выводили в мазке, окрашенном по Романовскому-Гимза. В крови определяли относительное содержание лимфоцитов и их субпопуляций в реакции розеткообразования с эритроцитами барана (Э-тф.р.-РОЛ, Э-тф.ч.-РОЛ). В-лимфоциты определяли в реакции розеткообразования с эритроцитами мыши (М-РОЛ). Розеткообразующей считали клетку, которая присоединила три и более эритроцита. Степень сенсибилизации организма к нейромедиаторам адреналину и ГАМК определяли в нагрузочном тесте по проценту инверсии Т-«активных» лимфоцитов. Суть данного теста заключается в том, что во время предварительной инкубации лейкоцитарно-лимфоцитарной смеси с нейромедиаторами адреналином и ГАМК часть активных рецепторов на поверхности лимфоцитов соединяются с этим нейромедиатором, что приводит к уменьшению «активных» розеткообразующих клеток в опытных пробах. Разница в количестве розеткообразующих клеток в опыте (с добавлением нейромедиатора) и контроле (с физраствором) является процентом инверсии Т-«активных» лимфоцитов и отображает уровень сенсибилизации организма к этим нейромедиаторам. Если процент инверсии <10 % – это низкая степень сенсибилизации. Фагоцитарную активность нейтрофилов определяли по способности захватывать пекарские дрожжи в пересчете на 50 клеток. Фагоцитирующим считали нейтрофил, который поглотил одну и более дрожжевых клеток. После оценки иммунофизиологического состояния организма животных разделили по группам, учитывая уровень сенсибилизации к нейромедиаторам: I группа (n=23) – у животных высокая сенсибилизация (больше 10 %) к ГАМК и низкая к адреналину; II группа (n=18) – высокая сенсибилизация (больше 10 %) к адреналину и низкая к ГАМК; III группа (n=21) – степень сенсибилизации к ГАМК и адреналину, одинаковая у всех животных.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Наличие влияния на иммунокомпетентные клетки постоянного тонического тормозного контроля со стороны основных интегративных гомеостатических систем обеспечивает нормальное функционирование клеток, возможность восстановления их внутриклеточных структур, энергетического и пластического потенциала и отсутствие реакции на различные функциональные незначимые стимулы. При условии снятия тонического торможения происходит патологическое растормаживание клеток, что обуславливает возникновение дезрегуляционной патологии вследствие дефицита контролирующих экстраклеточных механизмов и приводит к изменению экспрессии генов, метаболических процессов, структуры рецепторного аппарата

специализированных клеток, спектра ферментов и, возможно, частичному нарушению дефференцировки.

Влияние повышенной сенсибилизации Т-«активных» лимфоцитов на адреналин у собак было подробно описано нами ранее (Брошков М.М., 2013). В обобщенном виде результаты этих исследований характеризовались следующим. Повышение больше, чем на 10 %, степени сенсибилизации организма к нейромедиатору адреналину в реакции Т-«активных» лимфоцитов в большинстве случаев обуславливает необходимость более продолжительного периода иммунокорекции, а также повторения этих курсов. Высокий уровень Т-адренорецепции сопровождался повышением относительного количества Т-хелперных и уменьшением Т-супрессорных клеток.

**Таблица 1.** *Показатели иммунограмм собак в зависимости от степени сенсибилизации Т-«активных» лимфоцитов к нейромедиаторам*

| Группы животных | Иммунофизиологические показатели | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лейкоциты,$\times 10^6$ | Лимфоциты, % | Т-лимфоциты, % | Т-хелперы, индукторы, % | Т-супрессоры, цитотоксические, % | В-лимфоциты, % | Иммунорегуляторный индекс, Тх\Тс | Фагоцитоз нейтрофилов, % | Натуральные киллеры, % |
| I группа (n=23) | 8,6± 4,86 | *33,6±7,8 | 65,2± 15,21 | 48,0± 8,42 | 15,2± 5,76 | 16,0± 4,0 | 3,38± 0,83 | 43,2± 14,33 | *6,6± 3,36 |
| II группа (n=18) | 10,58± 6,19 | 29,0± 4,07 | 71,8± 14,26 | 52,0± 13,49 | 20,4± 1,67 | 14,4± 2,61 | 2,66± 0,69 | 41,6± 7,26 | 4,0± 0,71 |
| III группа (n=21) | 8,68± 1,69 | 54,8± 9,93 | 65,2± 12,45 | 44,8± 10,64 | 20,4± 5,37 | 15,2± 2,29 | 2,28± 0,83 | 44,8± 10,45 | 7,4± 2,51 |

Примечание : *разница между 1-й и 2-й группами достоверна при $p<0,01$

Оценка показателей иммунограмм с разной степенью сенсибилизации к нейромедиаторам (таблица) показала, что животные с большей сенсибилизацией Т-«активных» лимфоцитов к ГАМК (I группа) имеют в среднем на $2,0\times10^6$ меньшее абсолютное количество лейкоцитов, при этом относительное содержание лимфоцитов у животных второй группы, по сравнению с первой, на 4,6% ($p<0,01$) меньше.

Результаты иммунологических исследований у животных с одинаковым уровнем сенсибилизации к адреналину и ГАМК (III группа) показали, что при такой активности рецепторного аппарата Т-лимфоцитов отмечается более высокое содержание относительного количества лимфоцитов.

Следует отметить, что кроме более низкого относительного количества лимфоцитов, составляющих клеточное звено иммунной системы, у животных с повышенной сенсибилизацией к адреналину Т-лимфоцитов отмечаются определенные негативные изменения в функциональном статусе иммунокомпетентных клеток. В частности, у таких животных большее количество Т-хелперов. При этом число Т-супрессоров не изменяется, а относительное содержание естественных киллеров (ЕК) самое низкое, в сравнении с остальными группами. Учитывая тот факт, что продуктом активированных Т-хелперов является интерлейкин-2 (ИЛ-2), высокое содержание этого цитокина в организме часто приводит к развитию неадекватного иммунного ответа. Кроме того, ИЛ-2 влияет на функциональное состояние нейроструктур мозга, в частности таких специализированных клеток, как нейроциты сетчатки глаза (Дегтяренко Т., 2008). Как отмечает В. Казмирчук (2012), дефицит ЕК является фактором риска возникновения частых вирусных заболеваний и формирования новообразований.

Количественная характеристика другой популяции лимфоцитов – В-клеток не показала строгой зависимости относительного показателя у животных всех трех групп. Полученные с помощью реакции розеткообразования с эритроцитами мыши результаты свидетельствовали об отсутствии прямого, рецепторно-опосредованного влияния нейромедиаторов на данную популяцию лимфоцитов.

На рисунке представлены показатели иммунограмм собак в зависимости от степени

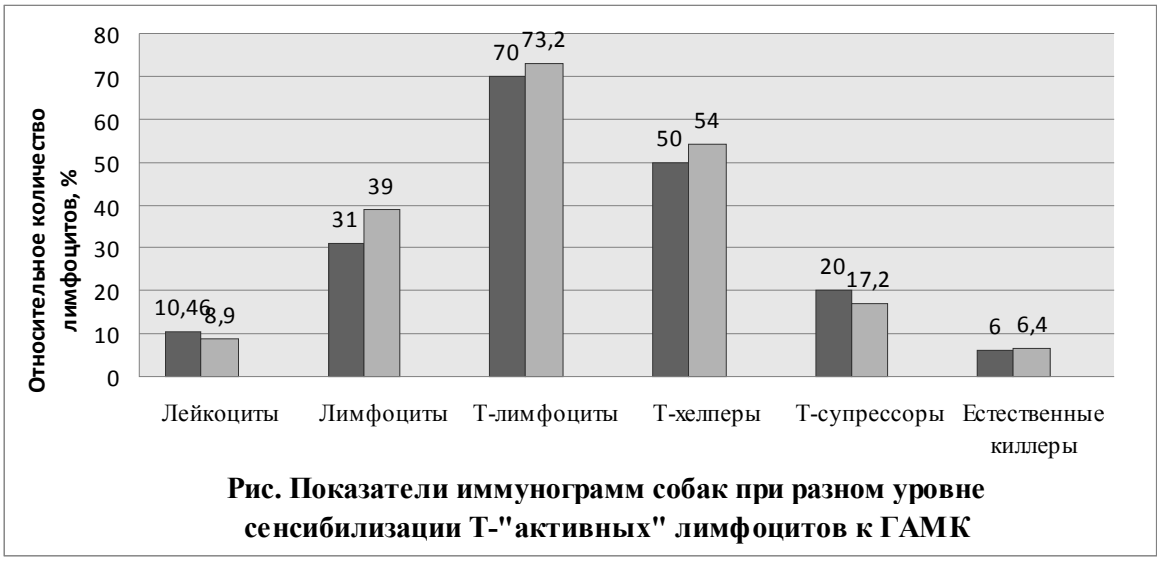



**Рис. Показатели иммунограмм собак при разном уровне сенсибилизации Т-"активных" лимфоцитов к ГАМК**

– степень сенсибилизации лимфоцитов к ГАМК до 10%;
– степень сенсибилизации лимфоцитов более к ГАМК 10%.

сенсибилизации «активных» Т-лимфоцитов к ГАМК. Результаты статистической обработки полученных данных показали, что при увеличении степени сенсибилизации к ГАМК абсолютное количество лейкоцитов уменьшается.

Сравнивая полученные результаты с данными оценки степени сенсибилизации к антагонисту ГАМК – адреналину следует отметить, что с повышением Т-адренорецепции абсолютное количество лейкоцитов имеет тенденцию к увеличению. Более выраженные изменения отмечены в относительном количестве лимфоцитов. Так, при уровне сенсибилизации «активных» лимфоцитов к ГАМК до 10 % относительное количество лимфоцитов, в среднем, на 8 % больше, чем при степени сенсибилизации более 10 %.

У животных с высокой степенью сенсибилизации к ГАМК отмечается увеличение относительного количества лимфоцитов в основном за счет Т-хелперных клеток, при этом относительное число Т-супрессоров, наоборот, уменьшается. Следует отметить, что такой эффект приводит к нарушению иммуногрегуляторного индекса (Тх\Тс), что может способствовать проявлению дезрегулятивных изменений иммунофизиологического состояния. Важным фактом является то, что независимо от уровня сенсибилизации лимфоцитов к ГАМК количество естественных киллеров практически не изменяется.

## ВЫВОДЫ

Степень сенсибилизации «активных» Т-лимфоцитов к нейромедиаторам в нагрузочных тестах реакции розеткообразования коррелятивно отражает состояние нейроиммуннорегуляторных механизмов в организме собак. Так, повышение сенсибилизации лимфоцитов к адреналину сопровождается увеличением абсолютного количества лейкоцитов. В свою очередь повышение сенсибилизации к ГАМК происходит на фоне противоположного эффекта, т.е. снижения абсолютного количества лейкоцитов. Оптимальные иммунофизиологические показатели иммунограмм отмечены при равной степени сенсибилизации как к адреналину, так и к ГАМК.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БЕЛЯЕВА, С.С. (2004). Иммунотропные эффекты некоторых производных гаммааминомасляной кислоты: Автореф. дис. … канд. медиц. наук. Курск. 20 с.

2. БРОШКОВ, М.М. (2013). Прогнозування тривалості проведення імунокорекції у собак на підставі визначення індивідуальної адренергічної імунореактивності. У: Науковий вісник Луганського НАУ. № 53, с. 15-20.

3. ВЛІЗЛОБ, В.В. та ін. (2012). Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Львів: СПОЛОМ, с. 234-237.

4. ДЕГТЯРЕНКО, Т.В., БОГДАНОВА, О.В., ЧАУРА, А.Г. (2008). Теоретико-методичні засади клінічного застосування спрямованої нейроімуномодуляції шляхом адекватного біостимулюючого впливу на зорову сенсорну систему. У: Досягнення біології та медицини. № 2(12), с. 8-16.

5. ДЕГТЯРЕНКО, Т.В., МАКУЛЬКИН, Р.Ф. (1997). Биогенные стимуляторы и иммунореактивность. Одесса: Маяк. 286 с.

6. КЦОЯН, А.А. ПЕТРОСЯН, А.А. (2002). Адренорецепторы в иммуномодуляции – современные представления и будущие направления. В: Терапевтический архив, № 10, с. 45-48.

7. КАЗМИРЧУК, В.Е., КОВАЛЬЧУК, Л.В., МАЛЬЦЕВ, Д.В. (2012). Клиническая иммунология и аллергология с возрастными особенностями. Киев: Медицина. 520 с. ISBN 978-617-505-168-9.

8. ТРОКОЗ, А.В., КАРПОВСЬКИЙ, В.І., ТРОКОЗ, В.О., КРИВОРУЧКО, Д.І., ШЕСТЕРИНСЬКА, В.В. (2012). Кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну в крові свиней за різних типів вищої нервової діяльності. У: Науково-технічний бюллетень (Львів). Вип. 13, № 3-4, с. 37-41.

9. ШТАРК, М.Б., ГАЙНУТДИНОВ, Х.Л. (1995). Биоэлектрические механизмы индукции антителами генератора патологически усиленного возбуждения при развитии нейроиммунных состояний. В: Моноклональные тела в нейробиологии: сб. научн. трудов. Новосибирск, с. 121-144.

Data prezentării articolului: 21.01.2015
Data acceptării articolului: 24.05.2015

CZU 631.147+338.439.5

# THE DEVELOPMENT OF ORGANIC FARMING IN THE WORLD

***Dorota KOMOROWSKA***
*Warsaw University of Life Sciences, Poland*

**Rezumat.** Articolul îşi propune să prezinte dimensiunea agriculturii ecologice şi a pieţei produselor alimentare ecologice în fiecare regiune a lumii în baza datelor statistice disponibile. Cea mai mare suprafaţă de teren agricol cultivat folosind metode organice se află în Australia, Europa şi America de Sud, în timp ce cele mai mari pieţe de produse alimentare ecologice sunt situate în ţările bogate din America de Nord, în special în Statele Unite ale Americii, precum şi în ţările din Europa de Vest. Fructele şi legumele sunt produsele organice care se vând cel mai bine şi care domină piaţa produselor alimentare ecologice.

**Cuvinte-cheie:** Agricultură ecologică; Piaţa produselor alimentare ecologice; Ţări ale lumii.

**Abstract.** The article aims to present the size of organic farming and organic food market in each region of the world based on available statistics. The largest area of agricultural land farmed using organic methods is located in Australia, Europe and South America, while the biggest organic food markets are located in the rich countries of North America, mainly in the United States, and in the Western European countries. Fruits and vegetables are the organic products that are the most eagerly bought and dominate the organic food market.

**Key words:** Organic farming; Organic food market; World organic agriculture.

.

## INTRODUCTION

Organic farming is almost a hundred years old but the interest in its development began relatively recently, i.e. in the 1980s and namely in the highly developed countries of Western Europe and North America (Tyburski, J., Żakowska-Biemans, S. 2007). The main reason lies in the public awareness of side effects regarding the high-level use of industrial means of agricultural production (fertilizers and pesticides) on the quality of food (Juczka-Bakuja, W. 2007) and environment.

Organic farming aims to produce high quality food guaranteed by the process of certification and control (Kowalska, A. 2010) while ensuring the nurture and protection of natural resources. Organic farming meets the needs of the food market, especially in highly developed countries, where people pay more attention to the quality of food and to how it is produced. Organic methods of agricultural production also ensure the maintenance of lean soil and water, contribute to the improvement of soil fertility and enrich the variety of plant and animal life in the natural environment (Runowski, H. 2012).

Organic food production is developing both in highly developed countries and in developing countries, as these countries see opportunities to export this kind of production, especially to developed countries, and at the same time they make use of local labour force increasing the incomes and developing poor farms (Willer, H., Yussefi, M. 2007).

## MATERIAL AND METHODS

The aim of the article is to present the size of organic farming and organic food market in each regions of the world based on available statistics with regard to organic farming and organic food market in the world. Source of data for analyses were yearbooks: *The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends,* which are published by the Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) in Frick (Switzerland) and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) in Bonn (Germany). The yearbook *The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends*, has been published annually since 2000. The article presents the analysis of data obtained for 2012 and published in 2014. Some of the analyzed data are compared to earlier periods.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

### 1. Organic farming size

Over the past several years, a dynamic development of organic farming has been observed. In 2012, about 37.5 million hectares of agricultural land have been used for organic farming while in the late 90's there were only 11 million hectares (*The World…*, 2000-2014). The interest in developing agricultural

products with the use of organic methods is quite great in Europe and recently also in Asia and Africa.

World's regions with the largest areas of agricultural land farmed using organic methods are located in Oceania (12.2 m ha in 2012), Europe (11.2 m ha) and South America (6.8 m ha). In 2012, the area of organic cultivation in Oceania constituted 32% of the world's area of agricultural land used for organic production, in Europe – 30% and in South America – 18% (Fig. 1).

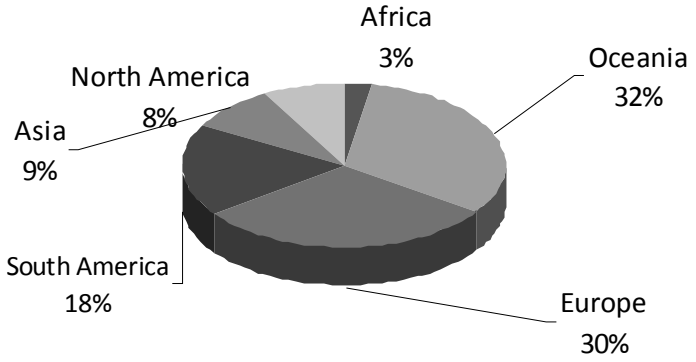



**Figure 1.** *The structure of world's area of agricultural land used for organic production in 2012*

Source: Elaborated by the author based on (*The World*…, 2014)

In Oceania, out of the region that covers Australia, New Zealand and the islands of the Pacific Ocean, the largest area of agricultural land farmed using organic methods is mainly located in Australia (12.0 m ha in 2012). Climatic conditions specific for this country caused that most of the land (more than 90%) is used as pastures for the needs of organic animal production, especially cattle and sheep. Moreover, an important direction in organic farming in this region is the production of fruits and vegetables, including tropical fruits, vanilla and coconuts, most of which is exported to the European countries, United States, Canada and Japan.

The second largest area of agricultural land farmed using organic methods is situated in Europe, including the European Union countries, the surface of which, in 2012, was estimated to cover 10 m ha. The largest areas of organic farming are located in Spain, Italy, Germany and France. The share of organic farming surface in the total area of agricultural land in Europe was 2.3% in 2012 (in the EU countries 5.6%), but the proportion was the biggest in Austria (19.7%), Sweden (15.6%), Estonia (15.3%) and Switzerland (12.0%). It is necessary to emphasize that organic farming in Europe is developing fast, but there are considerable differences regarding the level and dynamics of development of this type of agricultural production.

The third largest area of agricultural land used for organic farming is situated in South America, where its share in the total area of agricultural land on the continent is relatively small – only 1%. The largest areas used for organic farming are situated in Argentina (in 2012 – 3.6 m ha), Uruguay (0.9 m ha) and Brazil (0.7 m ha). The size of organic farms on the continent is quite varied: there are farms of a few hectares in Mexico as well as farms of a few thousand hectares each in Venezuela, Chile, Argentina and Uruguay. Most of the organic production from this geographical region, including grains and meat from Argentina, coffee beans, cocoa and bananas from the center of the continent and cane sugar from Paraguay, is exported. It is sold on the European, Japanese, American and Canadian markets.

In 2012, the total area of agricultural land used for organic farming in North America was estimated to cover 3.0 m ha, including 2.2 m ha in the United States and 0.8 m ha in Canada. The share of this region in the total area of agricultural land farmed using organic methods in the world is not important (8%), however, its share in the organic food market is very big because the sales of organic products in this region constitute half of the total value of organic products sales (50% of the global market).

It must be emphasized that organic farming is developing very fast in Asia too (3.2 m ha in 2012), especially in such countries as China (1.9 m ha) and India (0.5 m ha), and the production is mainly sold abroad. These countries belong to the biggest producers of organic tropical fruits in the world. Organic farming is also developing in Africa (1.1 m ha), especially in Uganda, Tunisia, Ethiopia, Tanzania and Egypt. Organic farming in African countries is mainly focused on the export of products to Europe. The most

important products grown in that region are coffee beans, cocoa, sesame and olives, nuts and tropical fruits.

The countries with the largest areas of agricultural land farmed using organic methods (Fig. 2), i.e. with the world's largest organic farming share, in 2012, were the following: Australia (12.0 m ha), Argentina (3.6 m ha), the United States (2.2 m ha), China (1.9 m ha), Spain (1.6 m ha), Italy (1.2 m ha), Germany and France (1.0 m ha each).

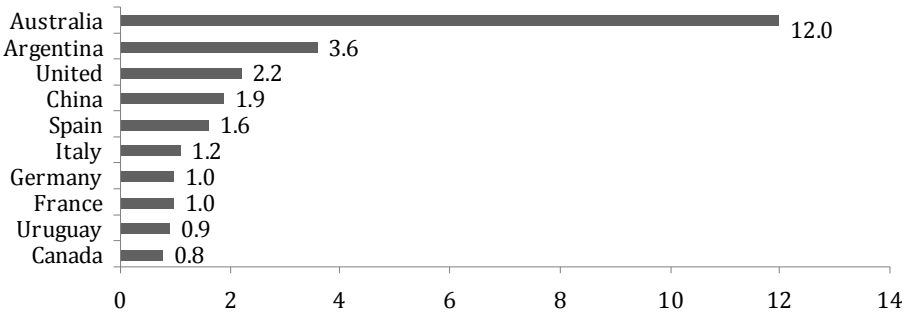



**Figure 2.** *Countries with the largest area of agricultural land used for organic farming in 2012 (million hectares)*

Source: as in Figure 1

The countries with the largest area of organic farmland in the total area of agricultural land, i.e. with the biggest share of organic use of agricultural land resources, are the following: Falkland Islands (36.3%), Lichtenstein (29.6%), Austria (19.7%), Sweden (15.6%) and Estonia (15.3%). Also Switzerland, Samoa, the Czech Republic and Latvia belong to the countries that exceed the 10% share of organic use of agricultural land resources (Fig. 3).

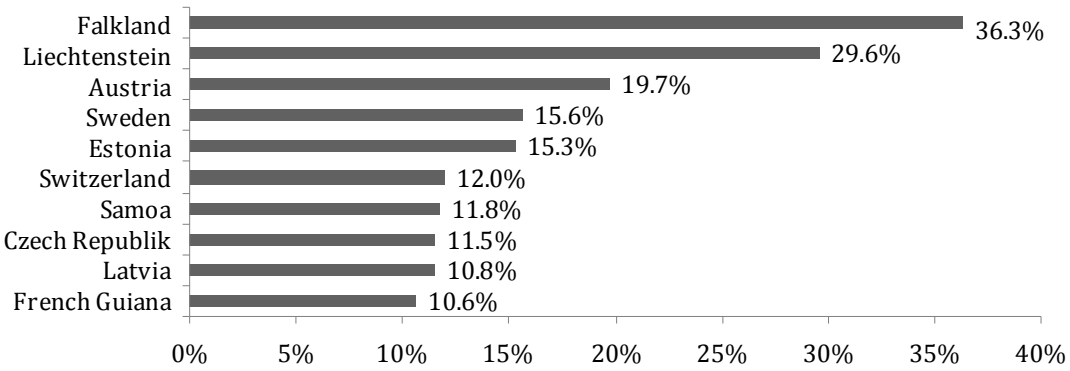



**Figure 3.** *Countries with the biggest share of organic farmland area in their total area of agricultural land in 2012*

Source: as in Figure 1

In 2012, about 1.9 million farms all over the world get involved in organic production. The biggest number of organic farms was recorded in India (over 0.5 million farms), Uganda (0.2 m) and in Mexico (0.2 m). At the same time, in Europe, the biggest number of organic farms was recorded in Turkey (0.06 m), Italy (0.04 m), Spain and Poland (0.03 m). In addition, a considerable number of organic farms can be found in Austria, France, Germany and Greece (over 0.02 million farms).

In Poland, the number of organic farms and their agricultural land area was growing fast, especially after Poland's accession to the European Union and the introduction of European Union Common Agricultural Policy mechanisms, including organic farming development subsidies. In 2013, in comparison with 2004, the number of organic farms increased seven times, and their agricultural land area increased eight times (Tab. 1).

Undoubtedly, organic production subsidies contributed to the development of organic farming in Poland, but this wasn't the only reason, since the introduction of organic production methods does not mean for many small-size farms achieving worse economic results. In the case of smaller organic farms, in comparison with the conventional ones, a bigger share of agricultural land cultivation belongs to

the laborious growing of vegetables, fruits or potatoes for culinary purposes, i.e. the products for which farmers can get relatively higher prices than for conventional products, which leads to better economic results for these farms (Komorowska, D. 2013). Thus, the introduction of organic production methods in agriculture represents a good prospect for the development of some farms, especially for the small sized ones. Also we can mention other reasons such as: big workforce resources that cannot find employment outside agriculture, traditional production technologies that could help to change a traditional farm into an organic one and, on the part of the market, the increasing demand for this kind of products.

**Table 1.** *The number of organic farms and their agricultural land area in Poland in the period 2004-2013*

| Year | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Number of farms | 3 760 | 7182 | 9 194 | 12 121 | 15 208 | 17 423 | 20 956 | 23 449 | 25 944 | 26 598 |
| Agricultural land area (thousands ha) | 82.7 | 16.3 | 228.0 | 287.5 | 314.8 | 416.3 | 518.5 | 605.5 | 661.7 | 669.9 |

Source: Główny Inspektorat Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych (Agricultural and Food Quality Chief Inspectorate) in Poland

## 2. Organic food market

The world's organic food market is developing dynamically. Although its share in the whole food market is not big, it is gradually increasing year by year. In 2012, the world's organic food market was estimated to 63.8 billion US dollars (about 50 billion euros). In comparison with the late 90's, the turnover on this market increased four times (*The World…*, 2000-2014). The countries where people buy most organic products are the developed countries such as the United States, Canada, Japan and Western European countries. Organic food is achieving a growing consumers' recognition and is bought especially by older and younger people who care about a healthy lifestyle. Organic products are sold in specialized shops as well as in supermarkets, which increases their availability and demand for them.

The regions with the biggest share in the world's organic food market are Northern America (50%) and Europe (45%). Other regions, despite their large agricultural land area farmed using organic methods, have a small share in the organic food market (5% in total) and they sell their production abroad, mainly to rich countries of North America, Western Europe and Japan (Fig. 4).

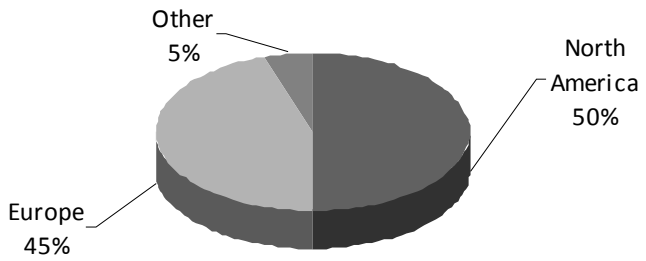



**Figure 4.** *Structure of the world's organic food market in 2012*

Source: as in Figure 1

The country with the biggest domestic organic food market in the world is the United States. Its value in 2012 was estimated to 22.6 billion, i.e. almost a half of the world's market turnover (45%). The second biggest organic food market is Germany, where the turnover in 2012 was estimated to EURO 7.0 billion, i.e. 14% of the world's market. The third biggest market is France, where its value was estimated to 4.0 billion, i.e. 8% of the whole world's market (Fig. 5). Other countries with a considerable organic food market are Canada, Great Britain, Italy, Switzerland, Austria, Japan and Spain.

The organic products that consumers most eagerly buy are fruits and vegetables. They absolutely have a bigger share in the organic products market than they have in the conventional one. In the United States, half of the turnover on the organic products market belongs to fruits and vegetables. In Europe, depending on the country, the share of fruits and vegetables in the organic food market is from 20% to 30%. Fruits and vegetables have the biggest share in the organic products market in Italy,

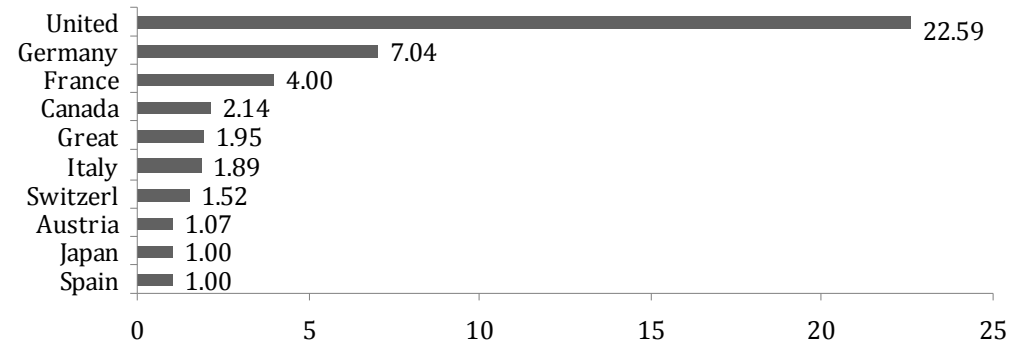



**Figure 5.** *Countries with the biggest domestic organic food market in the world in 2012 (billion euros)*

Source: as in Figure 1

Ireland, Norway, Sweden and Germany. Animal products, especially milk and dairy products, but also eggs, have a bigger share in the organic food market in Europe than in the USA. Moreover, meat and meat products have a considerable share in the European market, especially in Belgium, the Netherlands, Finland and France (about 10%).

The countries with the biggest organic food market share in the domestic food market are Denmark (7.6% in 2012), Austria (6.5%), Switzerland (6.3%), the United States (4.0%), Sweden (3.9%) and Germany (3.7%). There is a quite big share of organic products in the food market in Luxemburg, Canada, France and the Netherlands (Fig. 6).

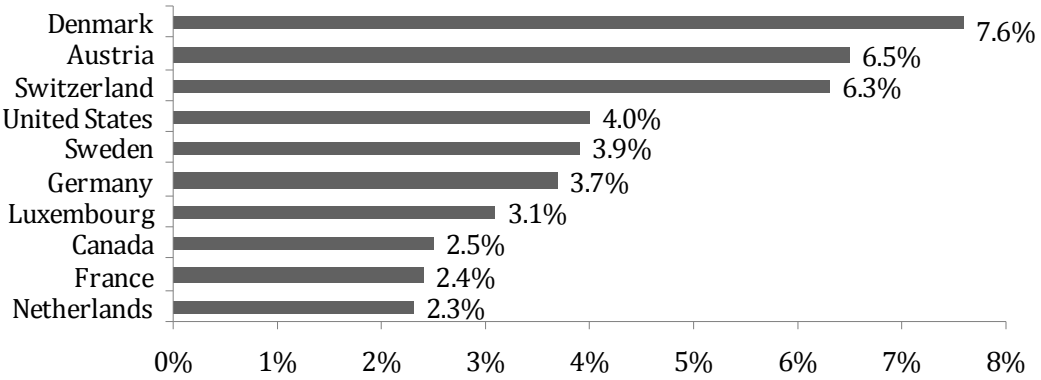



**Figure 6.** *Countries with the biggest organic food share in the domestic food market in 2012*

Source: as in Figure 1

The largest percentage of consumer expenditure on organic food products per capita was recorded in the rich countries of Western Europe, Sweden, the United States and Canada (Fig. 7), i.e. the countries, where organic food market has the biggest share in the domestic food market.

## CONCLUSIONS

Organic farming is developing in the majority of countries on all the continents. The largest area of agricultural land farmed using organic methods is located in Australia, Europe and South America. On the other hand, the biggest organic food markets are situated in the rich countries of North America, first of all the United States (in 2012, it constituted 45% of the whole organic food market) and in Europe (45% of this market), especially the rich countries of Western Europe. The most dynamic development of organic food production was recorded in the European countries and recently, also in Asia, especially China and India, and African countries. The products that are most eagerly bought

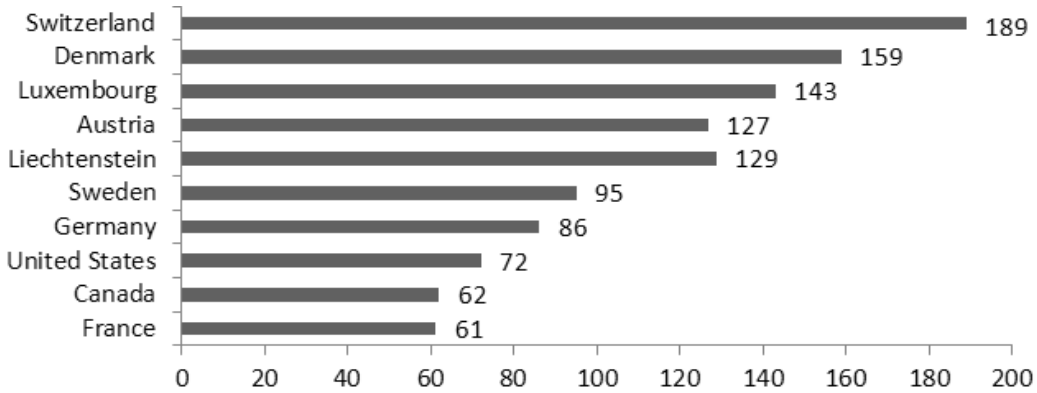



**Figure 7.** *Countries with the highest rate of consumer expenditure on organic food products in 2012 (euros per capita)*

Source: as in Figure 1

and dominate the organic food market are fresh fruits and vegetables. They absolutely have a bigger share in the organic products market than in the conventional one.

## REFERENCES

1. KOMOROWSKA, D. (2013). Czynniki kształtujące efektywność gospodarstw ekologicznych o różnej wielkości. In: Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, Warszawa. No. 104, pp. 125-143.

2. KOWALSKA, A. (2010). Jakość i konkurencyjność w rolnictwie ekologicznym, Difin, Warszawa.

3. ŁUCZKA-BAKUŁA, W. (2007). Rynek żywności ekologicznej. Wyznaczniki i uwarunkowania rozwoju, PWE, Warszawa.

4. RUNOWSKI, H. (2012). Rolnictwo ekologiczne w Polsce – stan i perspektywa, [in] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym, Zegar J. (ed.), Program wieloletni 2011-2014, No. 50 (15), IERiGŻ-PIB, Warszawa, pp. 38-78.

5. TYBURSKI, J., ŻAKOWSKA-BIEMANS, S. (2007). Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego. Wyd. SGGW, Warszawa, vol. 168, pp. 191–195.

6. WILLER, H., YUSSEFI, M. (2007). The current status of organic farming in the world – focus on developing countries, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland and Foundation Ecology and Agriculture (SOEL), Bad Duerkheim, Germany.

7. The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends, Yearbooks editions of 2000-2014, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn, Germany.

Data prezentării articolului: 09.05.2015
Data acceptării articolului: 12.08.2015

CZU 631.155.6 (478)

# MOLDOVA'S SUBSIDIZING POLICY AS A PRECONDITION FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT

***Liliana CIMPOIEŞ, Olimpiu GHERMAN***
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Rezumat.** Scopul lucrării constă în analiza distribuţiei subvenţiilor din sectorul agricol al Republicii Moldova în perioada anilor 2011-2014. În acest scop, autorii au analizat alocarea subvenţiilor pentru producătorii agricoli pe direcţii de subvenţionare şi regiuni de dezvoltare. Datele statistice din această cercetare au fost furnizate de către Agenţia de Intervenţii şi Plăţi pentru Agricultură şi Biroul Naţional de Statistică a RM. Pe parcursul perioadei analizate a fost majorat volumul subvenţiilor alocate pentru producătorii agricoli, însă au fost observate inegalităţi în distribuirea acestor fonduri, dificultăţi în obţinerea subvenţiilor şi lipsa de transparenţă. De asemenea, lipseste o politică clară şi consistentă care ar putea fi implementată prin alocarea subvenţiilor menite să conducă la dezvoltarea sectorului agricol.

**Cuvinte-cheie:** Sector agricol; Subvenţii; Politică de subvenţionare; Producători agricoli.

**Abstract.** The aim of the paper is to analyze the distribution of subsidies in the agricultural sector of the Republic of Moldova during 2011-2014. Thus, the authors have analyzed the subsidies allocated to farmers by directions and regions. The research is based on data provided by the Agency of Interventions and Payments in Agriculture and the National Bureau of Statistics. During the analyzed period, the amount of subsidies allocated to farmers had increased but still there are inequalities in the distributed funds, difficulties in obtaining the payments and lack of transparency. Also, a clear and consistent policy that could be implemented through the allocation of subsides aimed at developing the agricultural sector is missing.

**Key words:** Agricultural sector; Subsidies; Subsidizing policy; Farmers.

## INTRODUCTION

The aim of the agricultural policies is to correct market imperfections and to promote the interests of the sector, consumers or producers. In developed countries, the regulation of the agricultural sector aims at supporting farmers' income, prices, correcting the inefficiencies that occur when the market is not properly regulated and promoting policies that might benefit consumers.

Agricultural subsidies have an important role in supporting farmers' incomes and ensuring food supply. Given its importance, the state support for agriculture is highly discussed among the leading economists. Many of them are debating that this support of income for farmers is a basic need; others are advocating that agricultural subsidies represent a compensation for the public goods that farmers deliver. At the same time, a number of researchers consider that there is no need of such payments, arguing that we should not distinguish the agricultural sector from other economic sectors and that subsidies are inefficient and don't benefit farm's performance (Rizov, M., Pokrivcak, J., Ciaian, P. 2013; Schmidt, E., Sinabell, F., Hofreither, M.F. 2006; Zhu, X., Lansink, A.O. 2010). Subsidizing agricultural producers is a common practice in many countries, including the EU member states. Since the direction towards European integration was adopted, the alignment of Moldova's subsidizing policy to the European policy (CAP) in this context should be undertaken. Nowadays, local subsidizing policy and chosen approaches differs considerably from those of the EU. This is caused by the instability of the subsidizing policy in Moldova and the lack of financial resources for implementing policies similar to those of the EU.

At the same time, there are quite a few discussions about how well the subsidized directions are defined and if the allocated resources are enough for the sustainable development of the agricultural sector.

## MATERIAL AND METHODS

This research is based on the secondary data provided by the National Bureau of Statistics and the Agency for Interventions and Payments in Agriculture. The analyzed period is 2010-2014.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

For Moldova, as for other countries in transition to market economy, the transformations that occurred in the 90's led to different problems concerning changes in ownership relations, transition from a

planned economy to market economy, alignment of the agro-industrial complex components to the new market requirements, the development of market infrastructure, investment process etc. The agricultural policies promoted during the last decade followed some objectives common for transition economies using a number of actions aimed at stopping the further degradation of the agri-food sector. The financial resources allocated from the governmental budget were oriented to partially funding some programs for supporting agricultural producers, subsidizing the production risks in agriculture, supporting the grape production and wine making sector etc.

The development of the agricultural sector is very important for Moldova. Rural population constitutes 58% of the total population whose earnings come from the agricultural sector and other related activities. In this context, the government has to undertake policy actions to support rural population in maintaining their earnings. The share of the agricultural sector in the Gross Domestic Product (GDP) is about 12%, and together with food processing industry it constitutes about 35%. However, the agri-food products representing country's main export items have a share of 40% in total exports. The transition to market economy, together with the number of reforms carried out at the beginning of the 90s led to changes in the agricultural sector. At the same time, the share of public expenditure on agriculture is very low, about 5%.

Farmers do not have enough resources to ensure their activities, many of them being not profitable. Also the amount of investments in this sector is quite low. Therefore, Moldova's agricultural sector requires a support from the government in order to become more attractive for investments, thus contributing to the development of the sector, decrease of production expenses, and prices as well. One of the key elements of the governmental policy is state support for the agricultural sector. The main purpose of subsidies allocation is to increase benefits from governmental support while reducing the related negative effects as much as possible, particularly in the countries which are facing both low competitiveness of agricultural production and scarce accumulated capital that could be used for the reconstruction of the sector.

The agricultural sector is much supported by the government in many countries. In Moldova, during the last years, the support for farmers occupied a central place in the promoted governmental policy. Thus, a number of documents reflects the sustainable development of Moldova's agri-food sector, such as the "National Strategy for the Agri-Food Sector's Sustainable Development for 2008-2015", having its objectives oriented to competitiveness, living standards of rural population and maintenance of the rural areas and the "Conception for the agricultural producers' subsidizing system for the years 2008-2015"(MAFI, 2007).

In 2014, the National Strategy for Agricultural and Rural Development of Moldova for 2014-2020 was adopted with the main priorities to increase the agricultural competitiveness, to ensure the sustainable use of natural resources in agriculture and to improve the life quality in rural areas (Government of Moldova 2014).

A major importance was given to the subsidizing policy as main measure to support farmers and aimed at enhancing the competitiveness of the agricultural sector. This was reflected in the "Conception of the agricultural producers' subsidizing system for the years 2008-2015" which has two main directions:

♦ the modernization of agricultural sector – subsidizing the investment activities related to the creation of units for agricultural production storage and processing, purchase of the appropriate equipment, providing agricultural raw materials, establishment of vineyards and orchards, improvement of agricultural services;

♦ the implementation of performant agricultural activities for the vegetable and livestock sector – direct payments will be given for the increase of the agricultural productivity and competitiveness, market stabilization, insurance of food security and equal incomes for agricultural producers by taking into account the agricultural crops, animal species, their individual average yield compared with the regional one, as well as the area involved and the number of cattle (Guvernul RM, 2007).

♦ Financial support was allocated to agricultural producers from state budget through a number of programs or single actions, as well as from external sources (e.g. Project of Investments and Rural Services, Project of Agriculture Revitalizing, Program of Rural Financial Services and Marketing etc.). Nevertheless, a unifying tool of all the programs and projects is the subsidizing fund for agricultural producers (Budianschi, D., Prohnițchi, V., Savva, T. 2012).

In 2010, the Agency for Interventions and Payments in Agriculture (AIPA) was established as legal entity under the Ministry of Agriculture and Food Industry, which is responsible for the administration of financial resources aimed at supporting agricultural producers, monitoring their distribution and evaluating the qualitative and quantitative impact generated by the government's support measures on

the agricultural sector. Before 2010, the subsidizing fund was managed by four different institutions, mainly by the Ministry of Agriculture and Food Industry (about 70%).

According to the General Agricultural Census data, in the period 2009-2011, 70541 farms benefited from the governmental support including bank credits, subsidies or other type of financial assistance. Out of these, 1170 were corporate farms and 69371 individual farms. Most of farms benefited from subsidies allocation (89% or 63209 farms), out of which 1026 corporate farms and 62183 individual farms.

The amount of subsidies allocated for farmers and the number of beneficiaries during the analyzed period had increased, but its share still remains low.

**Table 1.** *The evolution of subsidies allocation, mio MDL*

| Subsidized directions | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Stimulating crediting of agricultural producers by commercial banks and non financial institutions | - | - | 2,8 | 23,5 | 40.6 | 39,2 | 15,8 |
| 2. Stimulating risk insurance in agriculture | 27,2 | 25,49 | 18,82 | 11,2 | 37.8 | 41,2 | 29,3 |
| 3. Subsidizing investments for the establishment of multiannual plantations | 53 | 50 | 80 | 38 | 74,3 | 88,6 | 93,9 |
| 4. Subsidizing the production of vegetables on protected fields | 20 | 12,5 | 6,9 | 2,9 | 10,6 | 14,4 | 50,9 |
| 5. Subsidizing investments for purchasing agricultural machinery and equipment, including the irrigation equipment | 163,5 | 216,15 | 91,8 | 45,9 | 165,14 | 141,7 | 117,9 |
| 6. Stimulating the promotion and development of ecological agriculture | 0,7 | 2 | 4,1 | 5,3 | - | - | - |
| 7. Stimulating investments in the advanced equipment and technological renovation of livestock farms | - | - | 2,7 | 8,08 | 16,9 | 27,3 | 47,2 |
| 8. Stimulating the purchase of pedigree cattle and maintenance of their genetic fund | - | - | 7,3 | 2,5 | 11,1 | 29,2 | 47,4 |
| 9. Stimulating investments in the development of the processing and post harvesting infrastructure | 20 | - | 29,1 | 19,6 | 43 | 69,8 | 141,2 |
| 10. Subsidizing agricultural producers by compensating energy costs for irrigation | 9,67 | 7,22 | 10,0 | 1,9 | - | 2,1 | - |
| 11. Subsidizing the purchase of plant protection materials and fertilizers | 159 | 130 | 107,3 | 67,4 | - | - | - |
| 12. Stimulating agricultural land consolidation | - | - | - | - | - | 0,046 | 0,059 |

Source: based on data provided by the Agency for Interventions and Payments in Agriculture (AIPA)

In 2013-2014, the amount of allocated subsidies increased as a result of some external projects with AIPA's co-participation. In 2014, the government initially allocated 500 mio MDL, later it was added an extra amount from the state budget as well as from additional funds offered by the World Bank and EU ENPI program.

Nevertheless, the number of subsidized directions had been changing during the analyzed period, not ensuring an efficient subsidizing policy and not achieving visible results for the agricultural development. Still among these directions, the largest share belongs to subsidizing investments for the purchase of agricultural machinery and equipment, including the irrigation equipment, subsidizing investments for the establishment of multiannual plantations, stimulating investments in the development of the processing and post harvesting infrastructure, stimulating crediting for agricultural producers both by commercial banks and non financial institutions.

In 2014, 543.9 mio MDL were allocated as subsidies to 2782 beneficiaries and this is by 36% more compared to previous year. Nevertheless, the number of beneficiaries had decreased with about 50% in 2014, fact which indicates that farmers benefited from higher amounts of subsidies. A particular attention in the last years was given to subsidizing credits for young farmers. Also, a new subsidizing direction - "stimulating agricultural land consolidation" –, which is particularly important for farm development in Moldova in the context of high degree of land fragmentation, was added in the eligible measures. Unfortunately, it had a small share so far.

Only 0,3% of landowners had benefited from subsidies allocation, fact which proves that only a small number of farmers could receive such a support, mainly those who hold larger agricultural areas.

The distribution of subsidies allocation by legal forms had changed. If in 2009, about 70% of beneficiaries were corporate farms and 30% individual and agricultural farms, then in 2014, out of 5291 applications for subsidizing 50% were submitted by individual farms. The main beneficiaries from corporate farms are still Limited Liabilities Companies (40%).

Regional distribution of the allocated subsidies by beneficiaries is unequal. The largest share belongs to the Northern region districts (Edinet, Briceni), being followed by Southern and Central regions. These two districts are those which benefited from the largest amounts of subsidies, due to the fact that most of large farms are situated in the Northern region, being specialized mostly in orchards, while the Southern and Central regions are mostly specialized in vineyards. In order to ensure the development of rural areas and a more equal distribution of state support, specific policies for the development of all rural areas including the less favored ones should be elaborated.

## CONCLUSIONS

One important step in the development of Moldova's agricultural sector is the reform of the whole agro-industrial sector. The unstable and inconsistent agricultural policies are those that determine the position of the country on the international agri-food markets. At microeconomic level, an important direction in increasing the competitiveness of the agricultural sector could be achieved through its modernization, increasing the efficiency of production, increasing the quality of production etc. Also, the investment climate, state support programs, political stability would create favourable conditions for farms activity.

In Moldova, the existing agricultural policy is not clear and consistent. So far, the objectives followed by subsidies allocation aimed only at developing the agricultural sector but they did not take into consideration the objectives of rural development. The existing agricultural subsidizing policy does not create enough incentives for an efficient individual and corporate activity of farms. The eligibility for agricultural subsidies is not stable and together with the allocation terms impose difficulties for farmers in forecasting their activity, as well as for public institutions involved.

A major importance in ensuring the high efficiency of the agricultural sector would be the evaluation of impact from the allocated subsidies by using an evaluation methodology. The most adequate institution for implementing such an evaluation is the Ministry of Agriculture and Food Industry.

## REFERENCES

1. BIROUL NAŢIONAL DE STATISTICĂ al RM. General Agricultural Census 2011: national results. Chişinău, [2015?]. 376 p.

2. BUDIANSCHI, D., PROHNICHI, V., SAVVA, T. (2012). Evaluarea eficienţei şi transparenţei utilizării fondului de subvenţionare a producătorilor agricoli. Chişinău, 75 p.

3. GUVERNUL RM (2007). Concepţia sistemlui de subvenţionare a producătorilor agricoli pentru aa. 2008-2015: adoptată prin hotărîrea Guvernului RM nr. 1305 din 28.11.2007 [Concept concerning the subsidy system for agricultural producers for 2008-2015]. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 188-191, art. 1356.

4. GUVERNUL RM (2008). Strategia naţională de dezvoltare durabilă a complexului agroindustrial al Republicii Moldova (2008-2015) [National Strategy for the Sustainable Development of the agri-food sector of Republic of Moldova for years 2008-2015]: hotărârea Guvernului RM nr. 282 din 11.03.2008. In: Monitorul Oficial, nr. 57-60, art. 362

5. GOVERNMENT OF MOLDOVA (2014). National strategy on agriculture and rural development for the period 2014-2020. Approved by the Government Decision no. 409 from June 4, 2014. Disponibil: http://maia.gov.md/sites/default/files/article/1662048_md_ard_strategy_e.pdf

6. RIZOV, M., POKRIVCAK, J., CIAIAN, P. (2013). CAP subsidies and productivity of the EU farms. In: Journal of Agricultural Economics, vol. 64 (3), pp. 537-557.

7. SCHMIDT, E., SINABELL, F., HOFREITHER, M.F. (2006). Direct payments of the CAP – distribution across farm holdings in the EU and effects on farm household incomes in Austria. Instutut fur nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, DP-16-2006.

8. ZHU, X., LANSINK, A.O. (2010). Impact of CAP subsidies on technical efficiency of crop farms in Germany, the Netherlands and Sweden. In: Journal of Agricultural Economics, vol. 61 (3), pp. 545-564. Online ISSN 1477-9552.

Data prezentării articolului: 29.09.2015
Data acceptării articolului: 12.11.2015

CZU 631.1.016.4:634(478)

# CLUSTERS – A MODERN WAY OF COOPERATION ENHANCING THE COMPETITIVENESS OF THE HORTICULTURAL ENTERPRISES FROM THE REPUBLIC OF MOLDOVA

***Artur GOLBAN***
*State Agrarian University of Moldova*

**Rezumat.** Întreprinderile contemporane reprezintă o formă modernă de cooperare între oameni, în timp ce relaţiile dintre aceste întreprinderi şi alte organizaţii reprezintă o treaptă avansată în ierarhia cooperării. În acest articol se analizează posibilitatea cooperării întreprinderilor agricole producătoare de mere din Republica Moldova prin crearea de clustere, care presupune colaborarea atât între întreprinderile agricole, cât şi cu sectorul de cercetare-inovare. În toată lumea clusterele reprezintă un instrument pentru renovare economică şi socială. Crearea clusterului mărului va ajuta producătorii horticoli să coopereze mai eficient între ei şi să soluţioneze împreună problemele în cadrul clusterului horticol. Un loc deosebit în modelul clusterului mărului revine Proiectului „Livada Mea", finanţat de Banca Europeană de Investiţii, în valoare totală de 120 mln EURO. Scopul principal al proiectului a fost de a moderniza lanţul valoric al sectorului horticol din Republica Moldova. Obiectivul de bază al cercetării date constă în evidenţierea importanţei clusterelor ca formă modernă de cooperare în vederea sporirii competitivităţii întreprinderilor agricole din sectorul horticol al Republicii Moldova.

**Cuvinte–cheie:** Întreprinderi agricole; Cooperare; Cluster; Producţie horticolă; Factorii competitivităţii.

**Abstract:** Contemporary enterprises represent a modern way of cooperation between people, while the relations between these enterprises and other organizations represent an advanced stage in the hierarchy of cooperation. This scientific article analyses the possibility of cooperation between the apple producing agricultural enterprises from the Republic of Moldova through clusters, which supposes both the collaboration between the agricultural enterprises and with the research-innovation sector. All over the world clusters represent a tool for economic and social renovation. The creation of apple clusters will help horticultural producers to cooperate more efficiently with each other and to solve the problems of the fruit and vegetable growers within the horticultural cluster. A special place in the cluster apple model is revealed by the Project "Livada Mea" financed by European Bank for Investments in total amount of 120 mln EUR. The purpose of the project was to modernize the value chain of the horticultural sector in the Republic of Moldova. The main objective of the given research is to emphasize the importance of clusters as a modern way of cooperation enhancing the competitiveness of the horticultural enterprises from the Republic of Moldova.

**Key words**: Agricultural enterprises; Cooperation; Cluster; Horticultural production; Competitiveness factors.

## INTRODUCTION

History has shown many times that humanity needs cooperation. Alfred Marshall, in his book "Principles of Economics", mentioned the positive effect of the concentration and specialization of economic sectors on a certain geographic area. Thus Michael Porter (1990, 1998, 2008), at the beginning of the '90s, invented and popularized the concept of cluster which in his opinion represents: "a geographic concentration of companies and institutions interconnected in a specific field of activity".

At present, cluster formation – the mutual cooperation between the agricultural enterprises; agricultural enterprises and processing enterprises; agricultural enterprises and internal/external market; agricultural enterprises and science/innovation sector - represents an opportunity for economic and social renovation.

It has been proved that clusters represent a very promising tool enhancing the agricultural enterprise competitiveness all over the world. The basic objective of the present scientific research is to analyze the role of clusters in enhancing the competitiveness of the horticultural enterprises; to analyze the relations between the members of the proposed horticultural cluster and to point out the role of the key elements within the horticultural cluster in the Republic of Moldova.

## MATERIALS AND METHODS

The scientific research is based on the secondary data from the National Bureau of Statistics. The following research methods were used in this scientific research: comparative analysis, logical analysis, analysis and synthesis, induction, deduction, graphic method, grouping method etc. Also, for the

elaboration of this scientific article, it was used the specialized economic literature in the field of competitiveness, clusters, cooperation, etc.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Cooperation through clusters has become a trend in the European Union and the cooperation networks through clusters are considered the „engine" of the economic development and innovation, which represent a special framework for business development, collaboration between enterprises, research institutes, suppliers, clients and competitors located in the same geographic area (local, national, international) (Nallari, R., Griffitch, B. 2013).

The analysis of an economy through clusters and not through usual categories of company groupings has the advantage that, first of all, the clusters correspond better to the nature of competition and to the sources of the competitive advantage. Thus, most elements of a cluster don't compete directly, but serve for different segments of an activity.

In the Republic of Moldova the major sustainable development potential is located in the agrarian sector. The small farmers and rural communities where these farmers live are characterized by an „equilibrium cycle" of low margins, which is the result of the low ability to assume risks, small investments determining low productivity, low market orientation and respectively low value added activity and which is finally revealed in low net margins.

Therefore, in order to increase the competitiveness of the agricultural enterprises from the Republic of Moldova, the creation of cooperation „value networks" will represent an efficient measure to break this „vicious cycle", thus ensuring the increase of the long term competitiveness of the agricultural sector. In this context, the value networks represent an aggregation of (Gedai, E. et al. 2012; World Bank, 2009)

♦ vertical relations between the suppliers of raw materials and production inputs, agricultural producers, processors, exporters, buyers and wholesalers;

♦ horizontal relations between producers which take organizational forms of production such as: households, LLC etc.;

♦ support relations between the producers and the organizations which facilitate certain services (for example: local government, research organizations, universities, NGO) in order to increase the quality, efficiency and to ensure the sustainability of the chain.

Thus, according to Figure 1, the cluster is a group of agricultural producers who have common facilities; their final product is intended for processing enterprises which afterwards transport it to local wholesalers, importers and exporters. Only clusters with strong market connections represent an ideal agricultural value network.

The situation in the Republic of Moldova is quite different, because local producers depend very much on the external market, especially on the Russian Federation market. Therefore, a unique definition regarding the ideal agricultural value network doesn't exist.

Analyzing the experience of the neighbor countries, especially the experience of Romania, which is at the beginning of creating clusters, we found out that the cooperation between enterprises within clusters leads to the economic development of the country. Thus, in Romania, there are 47 clusters and according to the life cycle of clusters - generation, development, excellence and internationalization - Romanian clusters are at the first stage: generation and development.

There is no legal framework in the Republic of Moldova concerning the creation and development of clusters. Some attempts regarding the creation of certain types of clusters in the Republic of Moldova have been initiated by the Government in 2013, based on the Government Decision Nr. 64 of 20.08.2013 regarding the approval of the Cluster conception development for the industrial sector. Unfortunately, this initiative was without some visible results.

According to data provided by the National Bureau of Statistics of Moldova, in 2011, the largest number of the high value added enterprises was concentrated in the North region of Moldova and namely: seeded fruits species – 570 enterprises; stone fruit species – 241 enterprises; vegetables – 174 enterprises. The biggest number of winegrowing enterprises was concentrated in the South region of Moldova – 385 enterprises. As for the Central region, we can state that the number of seeded fruit growing enterprises was almost equal to the number of stone fruit growing enterprises and constituted in 2011 as follows: 293 seed fruit growing enterprises and 288 stone fruit growing enterprises (BNS, 2014).

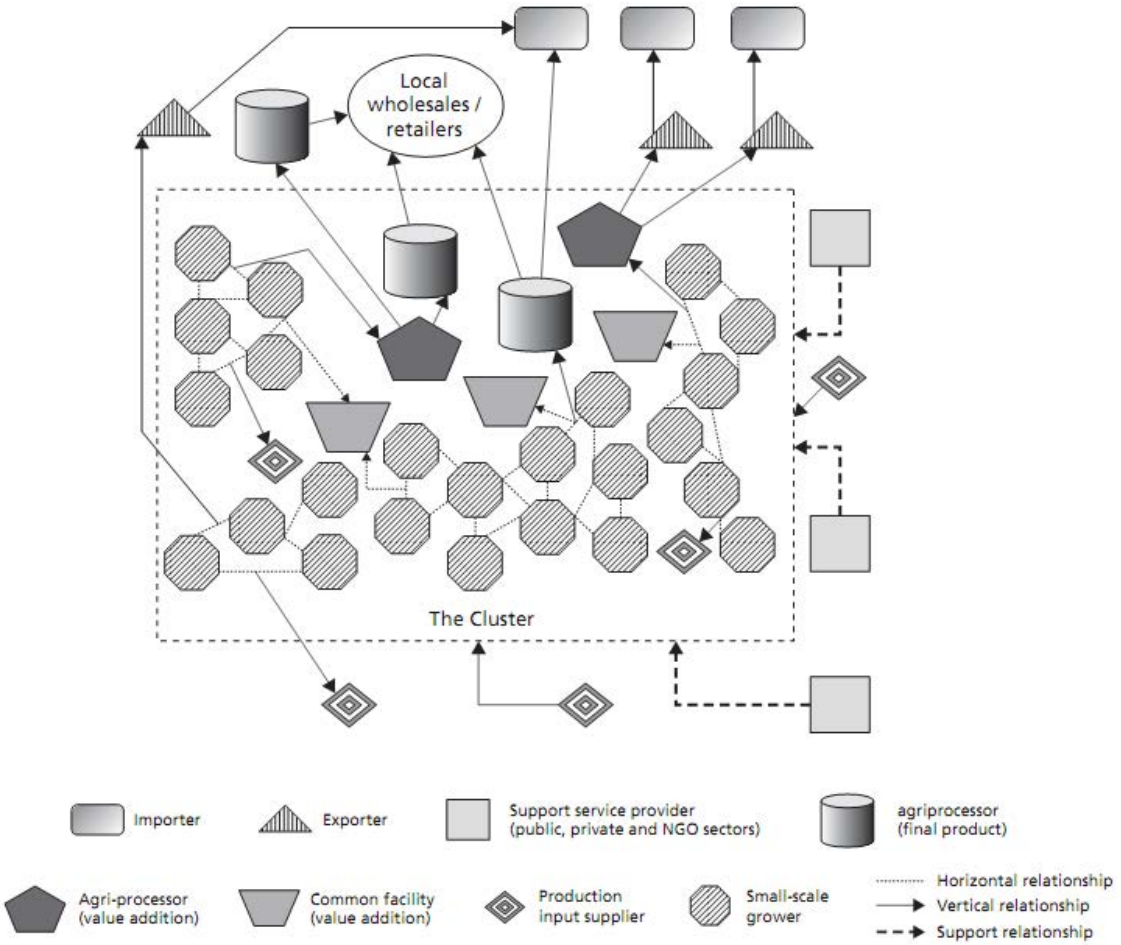



**Figure 1.** *Ideal agricultural value network*

Source: (OECD, 2011)

**Table 1.** *Commercialization of the main horticultural products by type of enterprise in the period 2008-2012, thousand tons*

| | Total sold production | | | out of which: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | processing enterprises | | | other trading channels (market, own trading system, barter transactions) | | |
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2010 | 2011 | 2012 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Vegetables | 36.9 | 33.7 | 29.7 | 14.6 | 9.3 | 6.9 | 22.3 | 24.4 | 22.8 |
| Fruits | 131.9 | 142 | 144.7 | 31.1 | 26.3 | 47.1 | 100.8 | 115.7 | 97.6 |
| Grapes | 48.6 | 81.5 | 63.4 | 21.7 | 43.7 | 31.9 | 26.9 | 37.8 | 31.5 |

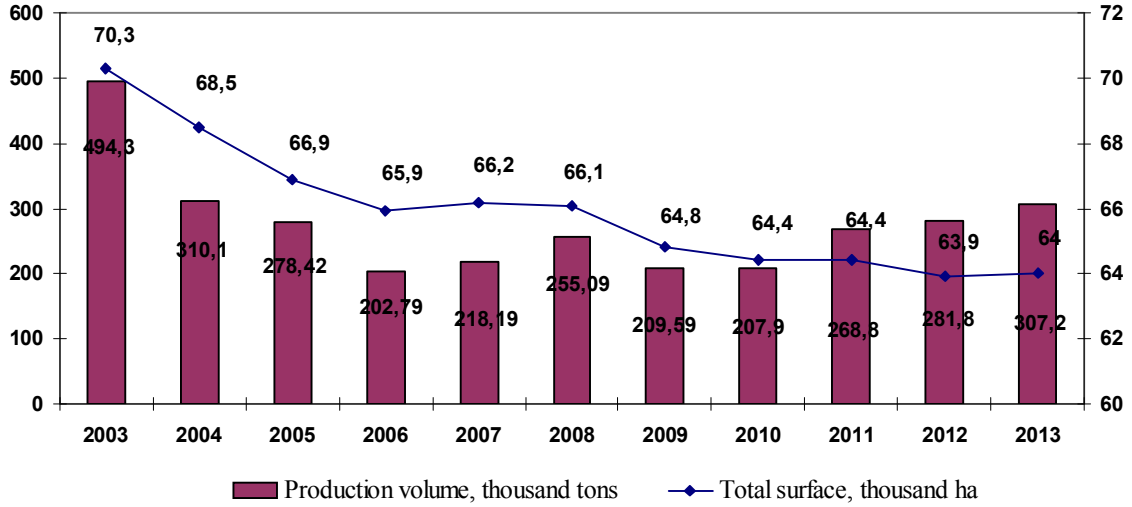
*Source:* Elaborated by the author based on the data from National Bureau of Statistics of the Republic of Moldova

But according to the analysis of the main horticultural product markets (see Table 1) we can state that the level of horticultural products commercialized to the processing enterprises is very low. This can be explained by the low level of cooperation between agricultural producers growing fruits and vegetables and the processing industry.

Therefore, we can affirm that the main part of horticultural production is sold not to the processing enterprises but to other trade channels such as: directly on the market, through its own system of commercialization and barter transactions. Thus, in 2012, through other trade channels, there were sold 97,6 thousand tons of fruits which is by 50,1 thousand tons more than to the processing enterprises. A similar situation could be observed as for the trade of vegetables, which, in 2012, have been sold by other trade channels in a total quantity of 22,8 thousand tons, which is by 3,3 times more than to processing industries (BNS, 2014).

One of the reasons why such a small quantity is sold to the processing industries is connected to the low prices offered by the processors, while another serious problem lies in the lack of cooperation between the producers of horticultural products and processors.

**Figure 2.** *Dynamics of the production volume and total surface cultivated with apples in the period 2003-2013*




*Source:* Elaborated by the author based on the data from National Bureau of Statistics of the Republic of Moldova

Analyzing the dynamics of apple volume production in the Republic of Moldova during 2003-2013, we can say that the highest volume of production was recorded in 2003 – 494,3 thousand tons, after that the volume of production decreased down to 307,2 thousand tons in 2013.

The lowest level of apple production was recorded in 2006, constituting 202,79 thousand tons, which represents a decrease by 2,43 times during three years compared to 2003 when this indicator was 494,3 thousand tons (BNS, 2014).

As for the total surface cultivated with apples, during 2003-2013, it was registered a decreasing trend from 70,3 thousand ha in 2003 to 64 thousand ha in 2013. Analyzing Figure 2, we can mention that during 2010-2013, it has been recorded an increasing trend of the apple volume, but the problems regarding the marketplace and frequent embargoes from Russian Federation caused substantial losses and a lot of production didn't reach the final consumer.

After the embargo imposed by the Russian Federation in 2014, it was recorded a decrease of the total exports, because Russian Federation was the main sale market of agricultural products from the Republic of Moldova. Therefore, the creation of horticultural clusters will intensify the level of cooperation between the horticultural producers, producers and processors but also between the horticultural producers and state institutions, which will give the possibility to join efforts in solving problems of mutual concern.

The idea of creating apple clusters, grape clusters, peach clusters etc., depending on the horticultural specialization, will help the producers of fruits and vegetables to cooperate more efficiently.

Analyzing the apple cluster model developed for the Republic of Moldova, we can state that in order to produce high quality apples it is required to have a profound cooperation between the company management, processors and state institutions. Also, besides the direct participants at the production process, the company management should collaborate with the supporting industries in order to ensure an appropriate product packaging, which would be attractive for the customers.

Figure 3 shows the direct impact of the Project „Livada mea" (My orchard) funded by the European Bank for Investments in the total amount of 120 mln EUR. This project has the purpose to modernize the value chain of the horticultural sector of the Republic of Moldova and represents a new opportunity of funding the agricultural producers by the European Investment Bank. According to the project, the beneficiaries of the project will be: 300 economic agents from the horticultural sector and 52 000 agricultural farms and economic agents from the related industries. According to the funding contract "… there will be created laboratories, made trainings and provided education regarding food security."

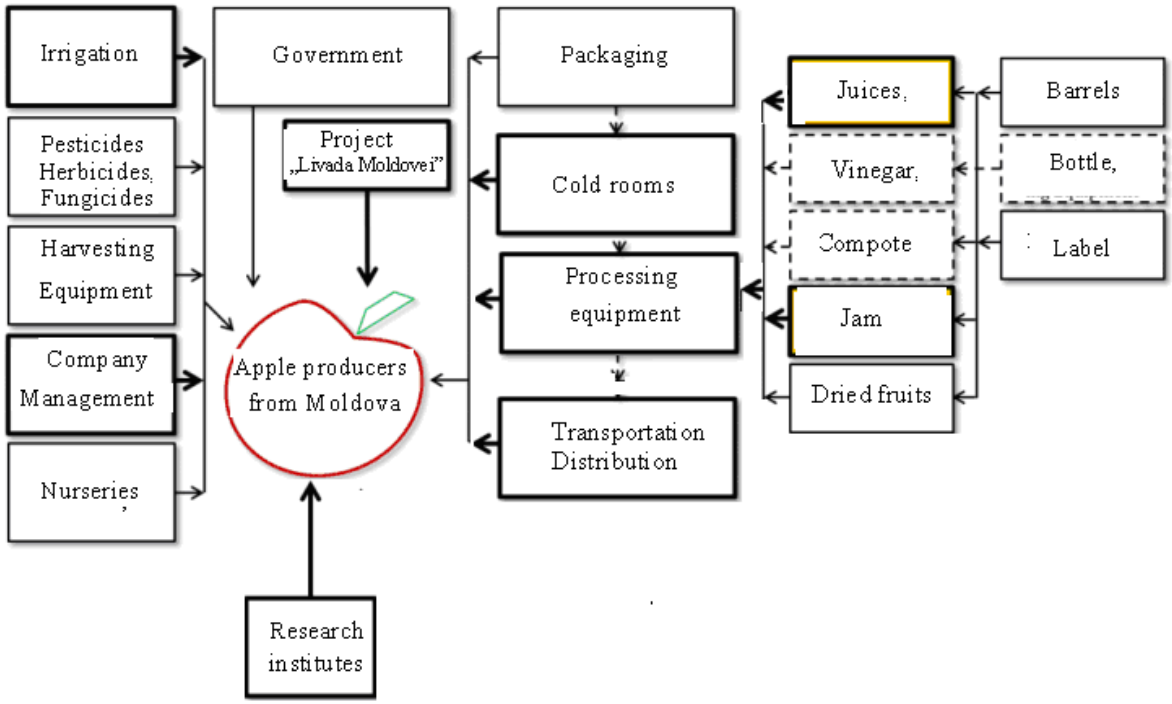



**Figure 3.** *Apple cluster model for the Republic of Moldova*
*Source:* Elaborated by the author

Thus after analyzing „Porter Diamond" through the strategy of apple cluster it could be emphasized the strong and weak points of apple cultivation, which are presented in Figure 4.

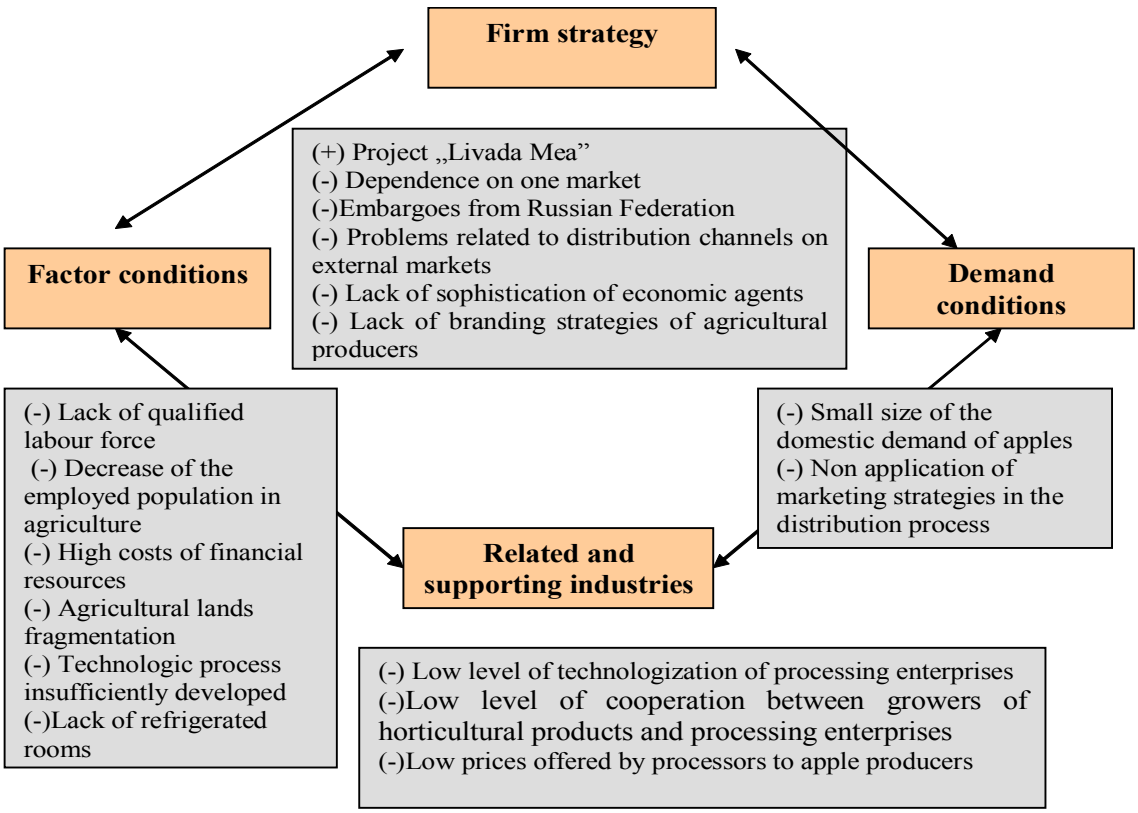



**Figure 4.** *Analysis of the competitiveness factors of the apples producing enterprises from the Republic of Moldova using the Model of Porter Diamond*
*Source:* Elaborated by the author

Based on the analysis of the competitiveness factors of the apple producing enterprises from the Republic of Moldova using the Porter Diamond Model, we can mention that there are multiple problems and namely:

♦ **Company's Strategy.** The main problem is the dependence on one market – the market of Russian Federation - which could be very dangerous, as it was proved by the embargo imposed in 2014. According to the estimations of MAFI, total losses of the apple producers in 2014 constituted approximately 100 mln USD. An important point in analyzing the competitiveness factor is the Project „Livada Mea" (My orchard) according to which the horticultural sector will be funded by EIB in the total amount of 120 mln EUR.

♦ **Demand conditions.** In the Republic of Moldova, the internal demand for apples is low, and no marketing strategies are implemented in the distribution of products. Most products are sold in „open air" markets.

Apples reach the final consumer through multiple markets, among which we can distinguish: **outdoor retail markets, supermarkets, small fruit and vegetable shops, export markets** (Leahu, V. et. al. 2011).

**1. „Open air" markets –** is the predominant type of market in the Republic of Moldova. The requirements regarding the quality on this market are not very high and the competitiveness here is based mostly on price. The consumers choose the products which satisfy them according to their incomes. There are 4 big wholesale markets in the Republic of Moldova; three of them are located in Chisinau. These wholesale markets supply 138 markets from all over the country, among them: 38 markets at the district level and 100 local markets, out of which 12 are located in Chisinau (see Figure 5).

**2. Supermarkets –** occupy an insignificant position in the commercial network, namely less than 5%. Gradually, it was registered a change in consumers' preferences: from products sold in the open air to well packed products sold in the supermarkets. The origin of products sold in supermarkets is mostly from distribution companies and less from producers, i.e. directly from the open field. One important point regarding the sale of horticultural products in supermarkets is that consumers can buy the desired product all year round, but in order to achieve this, it should be ensured strong relations of collaboration with the suppliers, who will provide production all year round and will ensure the quality of products.

▲ Retail agricultural markets (38 markets)
⬢ Wholesale agricultural markets (4 markets)

**Figure 5.** *The main wholesale markets in the Republic of Moldova*

*Source: prelucrated by author based on data from (*Stiopca, O. et al. 2011)

**3. Small fruit and vegetable shops –** these shops were created especially in intensely populated areas in order to facilitate the access to the horticultural products not far from consumer' house without being it necessary to go to the market. According to some calculations performed by the suppliers, approximately 20-40% of the production commercialized in these shops is due to their location near the residential areas.

**4. Export markets –** The greatest quantity of apples is exported directly from the field by the trade intermediaries. Until 2014, the major export market was Russian Federation, where approximately 90% of apples were exported.

♦ **Related and supporting**

**industries.** The cooperation between apple producers and processors is very weak. The prices at which apples are bought for juice, jam and vinegar are very low compared to the prices of apples sold in „open air".

♦ **Factor conditions.** It was registered a lack of qualified labour force in the apple producing sector. The credits for establishing apple plantations are very expensive and it is very difficult to access them because of the specific activity related to the agricultural sector. It is necessary to establish an attitude of cooperation between banks and apple producers, because the reimbursement period of credits doesn't coincide with the period of fruit bearing.

Thus, summing up the above-mentioned facts, we may state that the creation of apple clusters will intensify the cooperation between apple producers and processors. All apple producers will come with a consolidated position within the apple cluster regarding the existing problems and they will try to solve them through joint efforts.

Similarly to the example of apple cluster, it should be created clusters of grapes, tomatoes and other horticultural products in order to increase the cooperation between the agricultural producers of fruits and vegetables and to influence positively enterprise competitiveness and namely: production, innovation and creation of new business associations.

The increase of competitiveness depends on the cooperation level between the agricultural enterprises – clusters being an efficient way of solving the problems the agricultural producers face.

## CONCLUSIONS

The agricultural producers of fruits and vegetables are facing many problems regarding the marketplace of the horticultural production. The greatest part of horticultural production is sold through different trading channels and only a small quantity is sold to the processing industry.

One of the reasons why such a small quantity is sold to processing industry is connected with the small prices offered by the processors, while another serious problem lies in the lack of cooperation between the producers of horticultural products and processors.

Clusters represent a modern way of cooperation between the producers and processors all over the world. The main directions of cluster's influence on the enterprise competitiveness are: production, innovation and creation of new business associations.

Thus, the creation of horticultural clusters will intensify the level of cooperation between the producers of horticultural products, producers and processors, but also between the horticultural producers and state institutions, which will give the possibility to solve the problems existing in the horticultural sector through joint efforts.

## REFERENCES

1. Anuarul Statistic al Republicii Moldova 2014. [accesat 03.06.2015] Disponibil: http://www.statistica.md/pageview.php?l=ro&id=2193&idc=263

2. GEDAI, E., KOCZY, L.A., ZOMBORY, Z. (2012). Cluster Games. A novel, game theory-based approach to better understand incentives and stability in clusters. Berlin: Institute for Innovation and Technology. 40 p.

3. LEAHU, V., COJOCARU, A., CUMPANICI, A. (2011). Apple value chain study and action plan. Chişinău: USAID/ACED. 45 p. [accesat 10.05.2015] Disponibil: http://mca.gov.md/upload/ documents/052112133760948 2ACED%20Apple%20Value%20Chain%20Study.pdf

4. NALLARI, R., GRIFFITCH, B. (2013). Cluster of Competitiveness. Washington DC: The World Bank. 130 p. ISBN 978-1-4648-0049-8.

5. OECD (2011). Fostering productivity and competitiveness in agriculture. OECD publishing. 110 p. ISBN 978-92-64-16680-6. [accesat 15.05.2015]. Disponibil: http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/ product/5111131e.pdf

6. PORTER, M. (2008). Despre concurenţă. Bucureşti: Meteor Press. 432 p. ISBN 978-973-728-278-1

7. PORTER, M. (1990). The competitive advantage of nations. In: Harvard Business Review. March-April. 21 p. [accesat 05.05.2015]. Disponibil: http://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/50387/mod_resource/ content/0/Porter-competitive-advantage.pdf

8. PORTER, M. (1998). The competitive advantage of nations (Macmillan Business). Palgrave MacMillan. 896 p. ISBN 978-0-333-73642-5.

9. STIOPCA, O., CIPRICIUC, L., BEJAN, A. (2011). Moldovan tomato value chain study. Chişinău: USAID/ACED. 62 p.

10. WORLD BANK (2009). Clusters for Competitiveness: A Practical Guide and Policy Implications for Developing Cluster Initiatives. Washington, DC: World Bank. 95 p.

Data prezentării articolului: 21.06.2015
Data acceptării articolului: 23.08.2015

CZU 631.155.6

# THE ROLE OF DIRECT PAYMENTS AS SUPPORT FOR EU FARMERS: AN ANALYSIS OF THEIR IMPLEMENTATION IN SPAIN

***Liliana CIMPOIEŞ***
*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

**Rezumat.** Plăţile directe au scopul de a sprijini producătorii agricoli din UE, având un loc central şi în cadrul Politicii Agricole Comune (PAC), o atenţie sporită fiindu-le acordată şi în cadrul reformei 2014-2020. Introduse iniţial în 1992 după reforma MacSharry şi cunoscute ca plăţi cuplate (plăţi pe hectar şi cap de animal), acestea au avut ca scop sprijinirea veniturilor producătorilor agricoli. În 2003, plăţile decuplate orientate pe sprijinirea producătorilor agricoli au fost introduse cu scopul creşterii competitivităţii şi durabilităţii agriculturii UE. În Spania, noile modificări în Schema Plăţilor Unice (SPU) au fost introduse pentru prima dată în 2006, la început cu un regim parţial de decuplare, până în 2012, când plăţile cuplate au dispărut, acestea fiind integrate în SPU sau transformate în plăţi suplimentare. Scopul acestei lucrări constă în analiza aplicării plăţilor directe ca instrument principal de sprijin a producătorilor agricoli din UE având la bază experienţa spaniolă. În acest context, au fost analizate informaţiile statistice secundare oferite de către Fondul Spaniol de Garantare Agricolă şi Ministerul Agriculturii, Alimentaţiei şi Mediului Înconjurător al Spaniei privind suma plăţilor directe alocate în Spania, numărul beneficiarilor, precum şi distribuţia acestora în aspect teritorial. Până acum, distribuirea plăţilor directe în Spania, ca şi în alte ţări membre ale UE, nu este echitabilă, acest lucru fiind cauzat de dezvoltarea PAC, diversitatea producţiei, precum şi de utilizarea referinţelor istorice pentru stabilirea plăţii decuplate pentru o exploataţie agricolă.

**Cuvinte-cheie:** Agricultură; Plăţi directe; Producători agricoli.

**Abstract.** Direct payments are aimed at supporting EU farmers being the main component of the Common Agricultural Policy (CAP) and receiving special attention during the new 2014-2020 reform. First introduced in 1992 after MacSharry reform and known as coupled payments (payments per hectare and animal head), they were designed to support farmers income. In 2003, the decoupled payments focused at encouraging farmers have been introduced in order to enhance the competitiveness and sustainability of the EU agriculture. In Spain, the new changes in the Single Payment Scheme (SPS) were first introduced in 2006, at the beginning according to the regime of partial decoupling, until 2012, when the coupled payments disappeared, being integrated under the SPS or transformed into additional payment. The aim of this paper is to analyze the implementation of direct payments as the main support tool for EU farmers based on Spain's experience. In this context, it was used the secondary data provided by the Spanish Agrarian Guarantee Fund (FEGA) and the Ministry of Agriculture, Food and Environment of Spain (MAGRAMA) concerning the amount of allocated direct payments in Spain, along with the number of beneficiaries and the distribution of direct payments by territorial aspect. So far, the distribution of direct payments in Spain, similarly to other member states, is unequal, this fact being caused by CAP development, diversity of production and the use of historical references to fix the decoupled payments per farm.

**Key words:** Agriculture; Direct payments; Farmers.

## INTRODUCTION

There are many contradictory opinions about the role of direct payments among world's economists. Many economists agree that direct payments represent a required basic income support for farmers while others consider that the direct payments should provide a compensation for the public goods farmers deliver. At the same time, some economists assume that there is no need of giving direct payments to farmers as we don't have to distinguish the agricultural sector from other economic sectors (Rizov, M. 2013; Schmid, E. 2006; Zhu, X. 2010).

Since the beginning of 90s, the direct payments had been the main tool in supporting the agricultural sector in the EU. At the beginning, all direct payments were connected to the farms' area or animals for compensating farmers' cuts in price support (The Future of CAP Payments, 2011).

Decoupled direct payments (Single Payment Scheme (SPS)) represent the most important CAP tool amounting to about 75% of the total CAP budget or about 30% of the EU budget.

The direct payments were introduced for the first time by MacSharry reform in 1992 as payments per hectare and animal head to compensate farmers for the strong cut in guaranteed prices, aimed at reducing the production supply and to facilitate the agreements in the Uruguay Round.

Since 2003, direct payments have been decoupled from farmers' production decisions being used as reference for previous support receipts in order to decide the rate of payment that must be allocated to each farmer. The new decoupled payments aimed at encouraging farmers and enhancing the competitiveness and sustainability of the agricultural sector.

For a long period of time, it has been considered that direct payments represent an alternative transfer mechanism and an important step to mitigate the negative effects of the market price support: high consumption prices and supply surplus. Also, they are considered as the best alternative to achieve farmers' income goals of the Common Agricultural Policy (CAP) and to avoid the regressive distribution effects of output linked support. (Sinabell, F. 2013)

Decoupled direct payments are supposed to have minimal or no allocative effects at all and thus they are considered as almost pure income support (Sinabell, F. 2013). Nowadays, there are many discussions on the issues focused on the idea of better linking payments to the provision of specific objectives (e.g. environmental aspect) as well as their distribution among individual farms and Member States (The Future of CAP Payments, 2011).

## MATERIAL AND METHOD

In the given research, there were used secondary data provided by the Spanish Agrarian Guarantee Fund (FEGA) and the Ministry of Agriculture, Food and Environment of Spain (MAGRAMA). In order to reach the goal and conclude the research tasks the analysis and synthesis of scientific literature, systematization of information, comparative analysis and summarizing methods were used.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

In Spain, the Single Payment Scheme started to be implemented for the first time in 2006. The method selected to calculate the value of payments was the historical model, based on the payments received by the farmers in the previous years. Also, the charge of these payments was not linked with any production level. In order to access the payment the farmer had to have the rights on a certain number of hectares that had to be maintained in good agricultural and environmental conditions. According to the type of payment received during a certain period of time, the acquired rights are considered normal when they have as basis the areas for which they received direct payments, and they are considered special in the case of livestock payments without territorial basis; and withdrawal in the case of payments with compulsory withdraw of land. The 2009 CAP reform eliminated the compulsory withdrawal of arable land, thus in 2010 the withdraw rights were normalized and they started to be part of normal rights.

Nevertheless, Spain, at the beginning, had chosen the regime of partial decoupling with the purpose of maintaining the payments coupled as much as possible. This was mostly due to the fear that the abolition of coupled payments would lead to the abandon of the agricultural activity and to the dislocation of production in areas important for Spain. Thus, Spain maintained and introduced new specific payment regimes which would allow keeping linked the payments to the production level. The following examples could be cited: aid for the production of high quality durum wheat, aid per area of crop and leguminous plant producers, specific aid for rice production, aid for farmers producing potatoes for starch, aid per area for nuts, aid for seed producers, specific aid for the cotton crop production, aid for energetic crop production, aid for olive and tobacco production, aid for sugar beet and sugar cane producers, premium for the livestock sector i.e. sheep and goat breeding and payments for cattle breeding (Bardaji, I. 2014).

Later, along with CAP reform, during 2006-2012, the payments linked to the production level disappeared being integrated under the Single Payment Scheme or transformed into additional payments.

The evolution of the decoupling process in Spain and the implementation of SPS by sectors are presented in table 1.

Nowadays, in Spain the payments for cotton, national assistance for nuts and for sugar beet producers, the suckler cow premium as well as the assistance regime for cattle breeding are maintained coupled. Similarly, the specific assistance for compensating the disadvantages caused by the decoupled payments within the particularly sensitive sectors are covered aimed at encouraging specific types of agricultural production important for Spain focused on the environmental protection, animal welfare and the quality of the sold agricultural products. The funding for this kind of assistance is maintained within the limits

**Table 1**. *Model of the implementation of the Single Payments Scheme in Spain according to the type of production*

| Types of production | % of decoupled payments (incorporated in SPS) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2006 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 |
| **Crop production:** | | | | | |
| Arable crops, flax and hemp | 75 | | 100 | | |
| Durum wheat supplement | 75 | | 100 | | |
| Quality durum wheat | | | 100 | | |
| Voluntary withdrawal | 75 | | 100 | | |
| Compulsory withdrawal | 100 | | | | |
| Leguminous crops | 100 | | | | |
| Rice | 58 | | | | 100 |
| Cotton | 65 | | | | |
| Potatoes for starch producers | 40 | | | | 100 |
| Dried fodder | 100 | | | | |
| Hops | 100 | | | | |
| Sugar beet and cane | 90 | | | | |
| Raw tobacco | 38 | | 45 | | |
| Olives | 93 | | 100 | | |
| Tomatoes for processing | | 50 | | 100 | |
| Fruits for processing (peaches, pears, cherries, raisins) | | 100 | | | |
| Citrus for processing | | | 100 | | |
| Vineyards elimination | | | 100 | | |
| Potable *alcohol distillation* | | | 100 | | |
| Protein crop premium | | | | | 100 |
| Transformations of dried forages | | | | | 100 |
| Seeds | | | | | 100 |
| Transformation of flax and hemp | | | | | 100 |
| Nuts | | | | | 100 |
| **Livestock:** | | | | | |
| Suckler cow premium and others | 0 | | | | |
| Beef extensification payments | 93 | | | | |
| Special premium for male bovine animals | 93 | | | | |
| Additional payments for bovine | 93 | | | | |
| *Cattle slaughter* premium | 60 (adult) 0 (calves) | | | | 100 |
| Prime for sheep and goat and other animals | 50 | | 100 | | |
| Additional payment for sheep and goat breeding | 100 | | | | |
| Dairy premium and additional payments | 90 | | | | |

Source: Bardaji I. (2014), Reflexiones en torno a la PAC, Serie Economia, CAJAMAR Caja Rural

of maximum 10% from the national single payment scheme and it is not compulsory to be used in the sector of origin. In Spain the following national assistance programs are implemented:

· National program to promote arable land rotation in dry lands, with the aim to slowdown the strong tendency of the last years towards the cereal monoculture;

· National program to promote and protect the quality of production in the vegetable sector for human consumption;

· National program to promote specific agricultural activities which bring large environmental benefits by growing certain species of nuts. It is granted specific assistance for the producers of almonds, hazelnuts, nuts and carobs that improve the administration of vegetal residues from pruning and contribute to reduce air pollution.

· National program to promote the quality of tobacco, with the aim to improve the trade and competitiveness.

· National program to promote the quality of cotton, with the aim to facilitate its processing and improve crop profitability.

· National program to promote the quality of sugar beet.

· Assistance for improving the quality and trade of bovine meat. The payments are allocated per head of slaughtered cattle under certain quality systems.

· Assistance to compensate the specific disadvantage affecting the farmers breeding suckler cows.

· Assistance for improving the quality of sheep and goat breeding.

· Assistance for compensating the specific disadvantage affecting the farmers involved in the sheep breeding sector in order to ensure their stay in this activity.

· Assistance to compensate the specific disadvantages of farmers involved in the goat breeding sector, particularly those who are located in less favorable areas.

· Assistance to compensate the specific disadvantages affecting the farmers involved in the dairy and meat production sector with the aim to progressively eliminate the quota regimes.

· Assistance to improve the quality of milk and dairy products according to certain standards of quality (Bardaji, I. 2014).

The decoupling of payments in Spain had various effects. The new system of direct payments led to a higher stability of farm incomes and created an agriculture more exposed and market oriented. Producers respond easier to market signals regarding prices, which motivates a higher intensification and concentration of high value crop production. Farmers' decision to focus on the specialized production instead of higher production diversity leads to the abandon of less profitable crops and areas. As result of the CAP reform that was implemented in Spain, the area of cultivated land decreased, more in dry land than in the irrigated one, the extensive livestock decreased especially goat and suckler cow breeding and there was a continuous decrease in crop diversity. Olive and vineyard growing benefited the most from the reform becoming important alternatives both in dry and irrigated lands. Also, the farmers have been entitled with detached land rights but these rights have been associated with the availability of resources, fact which involved important distortions both on the land market and land lease market. The change in the agricultural structure (except the farms of larger size and more commercially oriented) and the abolition of coupled payments in intensive crop growing like cotton or tobacco, led to a decline in the use of agricultural labour. But this decline that was the result of the economic crisis, which fostered the transfer of active population in other agricultural sectors, was not so strong in the last years (Bardaji, I. 2014).

An important challenge is the equal distribution of direct payments, because in some cases farmers that cultivate the same crop can receive different payments. Similarly to other member states, Spain is facing an unequal distribution of payments resulted from CAP development, diversity of production and the use of historical references to fix the decoupled payments per farm.

In Spain, the main institution responsible for the administration and coordination of Single Payment Scheme (SPS) is the Spanish Agrarian Guarantee Fund (FEGA). FEGA is an autonomous organization under the Spain Ministry of Agriculture, Food and Environment (MAGRAMA) aimed at ensuring that CAP subsidies are strictly implemented in order to achieve the objectives of the policy. The beneficiaries of these subsidies have met the requirements established for their concession, within the timescales laid out in the regulatory legislation, while promoting homogenous application of CAP subsidies other than the whole state territory.

According to FEGA, in 2011, out of total 74% of beneficiaries only 15% received the payments (Fig. 1). This fact indicates to the significance of small farms and to the fact that the concentration of the payments result from the differences in historical payments of different products. Also, it can be noticed regional differences in the support level, because of the Spanish product diversity and specialization of agricultural sectors.

In the last fifteen years, in Spain, more than 89 billion euros have been allocated as direct payments under CAP. The average amount was of 5968 mio euro per year. In 2006, the largest amount of funds was allocated to Spain as direct payments: 6694 mio euro for 962 thousands agricultural producers. The reason was that in that year, the total amount of direct payments allocated to member countries increased as well.

In 2014, in Spain, according to the distribution of payments by sectors under the Single Payment Scheme (SPS), the largest amount - of 264 mio euros - was for allocated as compensations for the seafood product sellers located in the following periphery regions: Azores, Madeira, Canarias Islands,

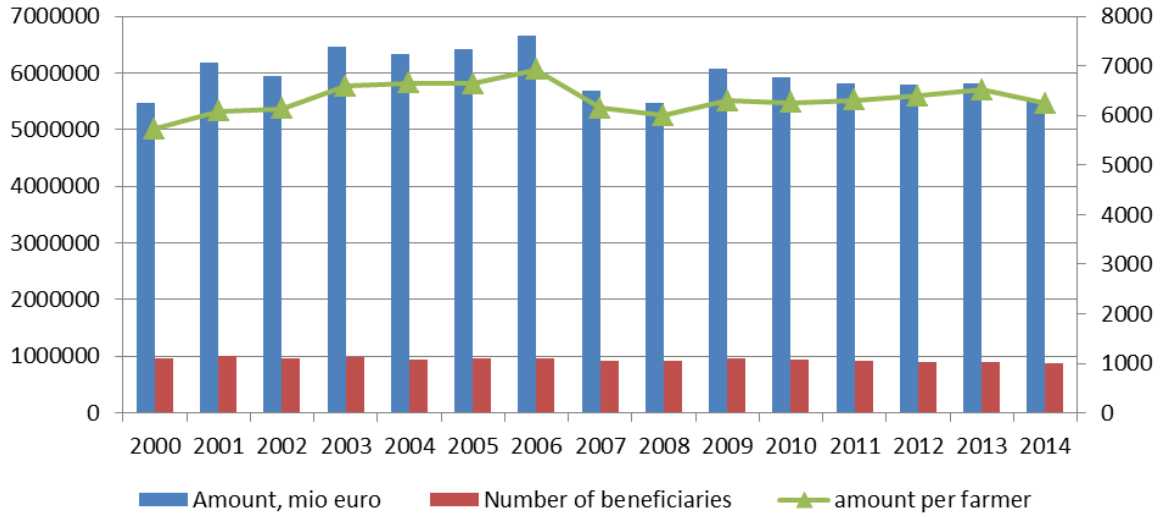



**Figure 1.** *Distribution of direct payments in Spain*
Source: based on FEGA data

French Guyana and Reunion (POSEICAN). It was followed by the cattle breeding sector (248 mio euro), which also had the largest number of beneficiaries (42385), wine and alcohol production (191 mio euro) and fruit and vegetable production (183 mio euro).

**Table 2.** *Distribution of payments in Spain, by sectors, 2014*

| Sector | Amount, Euros | N° of Beneficiaries |
|---|---|---|
| Single Payment Scheme (SPS) | 4.404.727.113,81 | 853.261 |
| Herbaceous crops | -97.281,09 | 57 |
| Rice | 17.703,29 | 7 |
| Olive oil | 131.093,31 | 69 |
| Fruits and vegetables | 183.347.791,06 | 829 |
| Sugar and isoglucose | 18.524.546,1 | 5.661 |
| Fiber fax and hemp | 139.976,29 | 2 |
| Cotton | 62.491.943,45 | 5.689 |
| Silkworms | 7.729,08 | 13 |
| Wines and alcohol | 191.660.324,58 | 9.368 |
| Milk and dairy products | 492.709,71 | 60 |
| Cattle | 248.498.132,11 | 42.385 |
| Sheep and goat | 41.337,62 | 24 |
| Swine | 8.761,6 | 2 |
| Beekeeping | 5.076.754,79 | 2.315 |
| POSEICAN | 264.547.726,71 | 15.547 |
| Rural development | -22.833,49 | 43 |
| Promoting measures | 4.224.857,78 | 14 |
| Other recovers, irregularities or fraud | -14.082.951,4 | 6.298 |
| Other costs | -95.308,52 | 289 |
| Compliance | -1.119.626,06 | 4.303 |
| Additional payments and derivative modulation | 557,3 | 2 |
| Specific aid (art.68, Regulation (EC) n° 73/09) | 200.556.703,51 | 122.449 |
| Deviation from previous years | -75.671.983,97 | 7 |
| **Total** | **5.493.405.777,57** | **878.655** |

Source: based on MAGRAMA data

The average value of the single payment rights (SPR) does not reach 200 euros per hectare in Madrid, Asturias, Cantabria and La Rioja, while it can be over 400 euro/ha in the CCAA (Autonomous Communities) for the intensive irrigated crops or for olive production, like in Murcia and Andalucia.

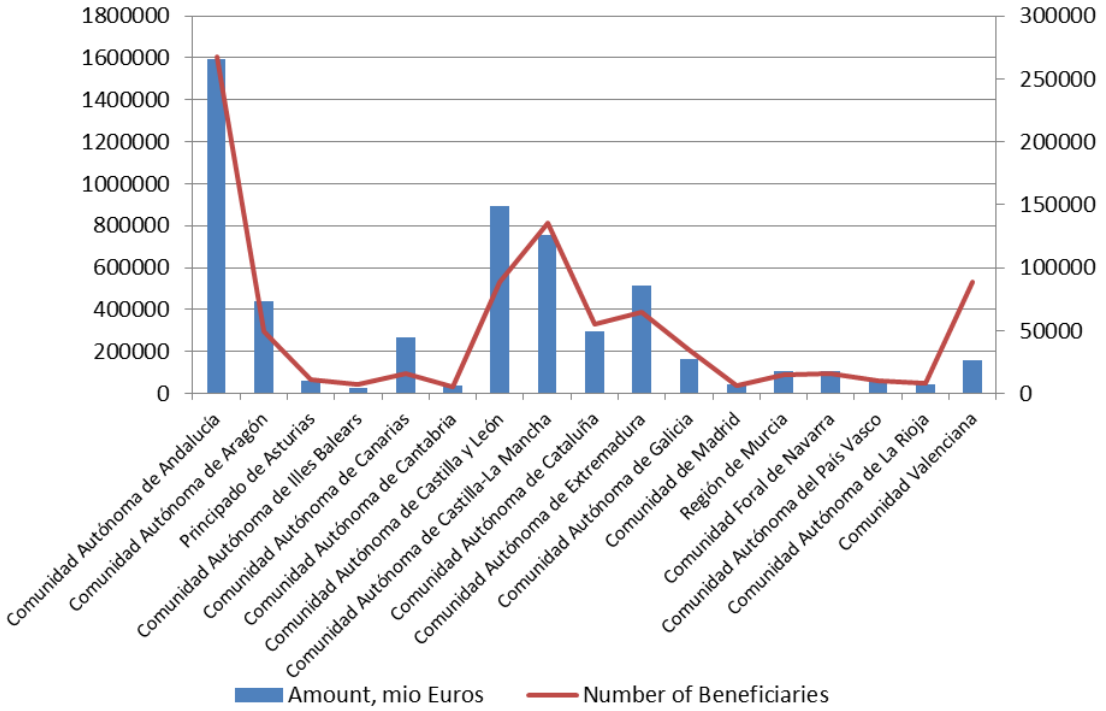



**Figure 2.** *Distribution of payments in Spain by territorial aspect, 2014*
Source: based on MAGRAMA data

Concerning the territorial distribution of direct payments in Spain and according to the amount and number of agricultural producers, the leader who benefitted the most is Autonomous Community of Andalucía, followed by Autonomous Community of Castilla y León and Autonomous Community of Castilla-La Mancha. Nevertheless, the amounts distributed by farm were larger in the last two regions, compared to Andalucía region were the number of beneficiaries was higher.

As a consequence of the high production diversity in Spain and the existence of a large area without the historical right to payment, there is recorded a variability in the regional payment per hectare which is higher in Spain than in other European countries. If in Spain the average payment per hectare is 202 euros and the real average is 285 euros, then in other countries as France or UK this difference is smaller. In France the average payment per hectare is 294 euro and the real average - 300 euro and in UK 212 and 229 euros respectively (Bardaji, I. 2014).

## CONCLUSIONS

1. Since 1990s direct payments have become the main tool to support EU farmers. At the beginning all payments were coupled to the area or animals and aimed at compensating farmers' cuts in price support. Later, gradually, all payments became decoupled from farmers' production decisions being used as reference for previous support receipts in order to decide the rate of payment that must be allocated to each farmer.

2. In Spain this process started to be implemented in 2006, at the beginning according to the regime of partial decoupling, maintaining the payments as more coupled as possible because of the fear that the abolition of coupled payments would lead to the abandon of the agricultural activity. Along with the CAP reform until 2012, the coupled payments disappeared, being integrated under the Single Payment Scheme or transformed into additional payment. The new decoupled direct payments contribute to a higher stability of farms' incomes and create a more exposed and market oriented agriculture.

3. Unfortunately the distribution of direct payments in Spain, similar to other member states, is

unequal, this fact being caused by CAP development, diversity of production and the use of historical references to fix the decoupled payments per farm.

## ACKNOWLEDGMENTS

The research was supported by the EUROEAST post-doctoral mobility program at Polytechnic University of Valencia.

## REFERENCES

1. The Future of CAP Direct Payments (2011). In: Agricultural Policy Perspectives Briefs, no 2 (January). 9 p.
2. BARDAJI, I., coord. (2014). Reflexiones en torno a la PAC. Serie Economia. Cajamar Caja Rural. 175 p. ISBN 978-84-95531-63-6.
3. SINABELL, F., HOFREITHER, M.F. (2006). Direct payments of the CAP – distribution across farm holdings in the EU and effects on farm household incomes in Austria., Institut f nachhaltige Wirtschaftsentwicklung.
4. SINABELL, F., SCMIDT, E., HOFREITHER, M. (2013). Exploring the distribution of direct payments of the Common Agricultural Policy. In: Empirica, vol. 40, issue 2, pp. 325-341. ISSN 0340-8744.
5. RIZOV, M., POKRIVCAK, J., CIAIAN, P. (2013). CAP subsidies and productivity of the EU farms. In: Journal of Agricultural Economics, vol. 64(3), pp. 537-557. ISSN 1477-9552.
6. SCHMIDT, E., SINABELL, F., HOFREITHER, M.F. (2006). Direct payments of the CAP – distribution across farm holdings in the EU and effects on farm household incomes in Austria. [online]. URL: <http:// franz.sinabell.wifo.ac.at/papers/DP-19-2006.pdf>.
7. ZHU, X., LANSINK, A.O. (2010). Impact of CAP subsidies on technical efficiency of crop farms in Germany, the Netherlands and Sweden. In: Journal of Agricultural Economics, vol. 61(3), pp. 545-564. Online ISSN 1477-9552.

Data prezentării articolului: 29.09.2015
Data acceptării articolului: 02.11.2015