

63(05)
\$ 85



Știința Agricolă

AGRICULTURE SCIENCE

nr. **1**
2017

ISSN 1857-0003
E-ISSN 2587-3202

Fondatori:

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Institutul de Tehnică Agricolă „MECAGRO”

Redactor-șef

Liviu VOLCONOVICI

doctor habilitat, profesor universitar

Redactor-șef adjunct

Nicolae STARCIUC,

doctor habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Colegiul de redacție

Ion HĂBĂȘESCU,

doctor habilitat, membru corespondent al AȘM (Republica Moldova)

Iurie MELNIC,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Vladimir BAUTIN,

doctor habilitat, profesor universitar, academician al AȘR (Rusia)

Tlektes ESPOLOV,

doctor habilitat, profesor universitar, academician al AȘK (Kazakhstan)

Serghei KORLIUK,

doctor habilitat, profesor universitar (Ucraina)

Arshaluys Poghos TARVERDYAN,

doctor habilitat, profesor universitar, academician al AȘA (Armenia)

Vasile VÎNTU,

doctor, profesor universitar (România)

Gerard JITĂREANU,

doctor, profesor universitar (România)

Radu SESTRĂȘ,

doctor, profesor universitar (România)

Florin STĂNICĂ,

doctor, profesor universitar (România)

Victor ȘEREMET,

doctor habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Alexandru FRECĂUȚEANU,

doctor habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Gheorghe NICOLAESCU,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Ion BACEAN,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Vladimir GOROBET,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Oleg HORJAN,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Mihail POPOVICI,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Redactor-coordonator

Viorica LUPU

Revizuire text în limba engleză

Nina PUȚUNTEAN

Revizuire text în limba rusă

Ana BRĂIESCU

Adresa redacției:

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

str. Mircești 44, Chișinău, MD 2049

Tel.: 022 312258; Fax: 37322 312276

E-mail: stiintaagricola@uasm.md

www.sa.uasm.md

Founders:

State Agrarian University of Moldova

Institute of Agricultural Technique „Mecagro”

Editor-in-Chief

Liviu VOLCONOVICI

Doctor Habilitatus, Professor

Deputy Editor-in-Chief

Nicolae STARCIUC,

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Editorial Board

Ion HABASESCU,

Doctor Habilitatus, Corresponding Member of the Academy of Sciences of Moldova (Republic of Moldova)

Iurie MELNIC,

Ph. D., Associate Professor (Republic of Moldova)

Vladimir BAUTIN,

Doctor Habilitatus, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation)

Tlektes ESPOLOV,

Doctor Habilitatus, Professor, Academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan)

Serghei KORLIUK,

Doctor Habilitatus, Professor (Ukraine)

Arshaluys Poghos TARVERDYAN,

Doctor Habilitatus, Professor, Academician of the Armenian Academy of Sciences (Armenia)

Vasile VINTU,

Ph. D., Professor (Romania)

Gerard JITAREANU,

Ph. D., Professor (Romania)

Radu SESTRAS,

Ph. D., Professor (Romania)

Florin STANICA,

Ph. D., Professor (Romania)

Victor SEREMET,

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Alexandru FRECAUTEANU,

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Gheorghe NICOLAESCU,

Ph. D., Associate Professor (Republic of Moldova)

Ion BACEAN,

Ph. D., Associate Professor (Republic of Moldova)

Vladimir GOROBET,

Ph. D., Associate Professor (Republic of Moldova)

Oleg HORJAN,

Ph. D., Associate Professor (Republic of Moldova)

Mihail POPOVICI

Ph. D., Associate Professor (Republic of Moldova)

Coordinating Editor

Viorica LUPU

English-Language Style Edition

Nina PUTUNTEAN

Russian-Language Style Edition

Ana BRĂIESCU

Address:

State Agrarian University of Moldova

44, Mircești Street, Chisinau, MD 2049

Phone.: 022 312258; Fax: 37322 312276

E-mail: stiintaagricola@uasm.md

www.sa.uasm.md

UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT DIN MOLDOVA

ISSN 1857-0003

E- ISSN 2587-3202

<http://www.uasm.md/ro/stiintaagricola>

AGRICULTURAL SCIENCE

ȘTIINȚA AGRICOLĂ

Nr. 1

2017

Chișinău 2017

CUPRINS

Olesea COJOCARU Investigări privind dinamica însușirilor chimice a cernoziomurilor obișnuite supuse procesului de eroziune	3
Marcela STAHİ Acțiunea procedelor fitoameliorative asupra însușirilor solurilor cenușii arabile din Moldova Centrală	10
Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Ghenadie RUSU, Valentina SPINU Valoarea ameliorativă a liniilor consangvinizate de porumb timpuriu cu germoplasma Reid Iodent	17
Валентина ГАМАЮНОВА, Андрей ЛИТОВЧЕНКО Урожайность и водопотребление пшеницы озимой в зависимости от сортовых особенностей, предшественников и фона питания в условиях степи Украины	23
Igor IVANOV, Valerian BALAN Efectul sistemului de formare a coroanei la cireș asupra înrăirii pomilor pe rod, productivității și calității fructelor	28
Игорь БУЧЕНКОВ, Иван РЫШКЕЛЬ Анализ признаков селекционного материала <i>Ribes Nigrum</i> , <i>Ribes Rubrum</i> , <i>Grossularia Reclinata</i> , созданного на основе метода автополиплоидии	33
Юлия ВИНЦОВСКАЯ, Олег КИТАЕВ Влияние антитранспиранта vapor gard на содержание пигментов и функциональное состояние листового аппарата яблони (<i>Malus Domestica Borkh.</i>)	39
Валерия КЕПТИНАРЬ, Тудор НАСТАС, Наталья РЭЙЛЯНУ, Виктор ГОРБАН Анализ этологических и репродуктивных особенностей и динамики развития популяции <i>Heliothis amigera</i> на протяжении сезона	44
Алла ГЛАДКАЯ, Татьяна ЩЕРБАКОВА, Наталья ЛЕМАНОВА Особенности выращивания <i>Rheum rhaoticum</i> в условиях Молдовы	49
Виктор МИКОЛАЕВСКИЙ, Валентина СЕРГИЕНКО, Людмила ТИТОВА Влияние предпосевной бактериализации семян на развитие болезней и урожайность сои	55
Инга КУЗНЕЦОВА Потребность во влаге растений стевии (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>) во время вегетативного развития	60
Анастасия КРИВОРУЧКО, Валентина БЕССОНОВА Характеристика водного обмена листьев <i>Quercus robur L. u Quercus rubra L.</i> в чистых и смешанных группах	66
Grigore MARIAN, Andrei GUDİMA, Andrei PAVLENCO, Vladimir GOROBET Torefierea - o nouă direcție de sporire a calității peletilor de foc produși din biomasă autohtonă	74
Grigore MARIAN, Andrei GUDİMA, Andrei PAVLENCO Influența parametrilor densificării asupra calității peletilor produși din reziduuri agricole	82
Ilie ROTARU, Serghei SECRIERU, Efimia GĂINĂ Efectul utilizării metodelor de hibridare în sporirea producției și ameliorarea calității carcaselor la suine	88
Сергей ЛУГОВОЙ, Сергей КРАМАРЕНКО, Вадим ЛИХАЧ Внутрипородная изменчивость свиней крупной белой породы на основе полиморфизма микросателлитов ДНК	94
Татьяна ЛУПОЛОВА, Валентина ПЕТКУ, Елена ГУМИНСКАЯ, Анастасия МАКАРОВА Парное различие генетической структуры пород крупного рогатого скота по лактопротеинам	99
Юлия ПОДОЛЯН Влияние пробиотической добавки "Энтеро-актив" на минеральный состав мяса бройлеров	104
Светлана ПАНЬКОВА, Олег КАТЕРИНИЧ, Ольга ЗАХАРЧЕНКО, Игорь ИОНОВ Интенсивность формирования яйценоскости кур нового гибрида комбинированного типа продуктивности	109
Florinel BRUDAȘCĂ, Carmen Dana ȘANDRU, Constantin CERBU, Aurel VASIU, Marina SPINU Enhanced responses in antigen primed dogs after the administration of a complex microbial immunostimulating compound	114
Carmen Dana ȘANDRU, Mihaela NICULAE, Emoke PALL, Aurel VASIU, Florinel BRUDAȘCĂ, Marina SPINU Potential use of the stinging nettle as an enhancer of weight gain and innate immune response in broiler chickens	119
Olga JUNCU Conditionally pathogenic microflora of consumption eggs as a risk of toxic infections	123
Liliana CIMPOIEȘ Comerțul intraindustrial cu produse agroalimentare al Republicii Moldova: aspecte și tendințe	128
Andrei ZBANCĂ, Virgiliu MOREI, Grigore BALTAG, Sergiu PANUȚA Analiza economică a cultivării fructelor și legumelor în Moldova	135

CONTENTS

Olesea COJOCARU Investigations on the dynamics of chemical characteristics of ordinary chernozems subjected to erosion	3
Marcela STAHİ The effect of phyto-ameliorative measures on the characteristics of arable gray soils from Central Moldova	10
Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Ghenadie RUSU, Valentina SPINU Breeding value of the early-maturing maize inbred lines with Reid Iodent germplasm	17
Valentina GAMAYUNOVA, Andrey LITOVCHENKO Winter wheat yield and water consumption depending on the variety features, predecessors and nutrition background in the conditions of Ukrainian Steppe	23
Igor IVANOV, Valerian BALAN The effect of the crown training system on the fruit-bearing process, yield and fruit quality of sweet cherry trees under the superintensive system	28
Igor BUCHENKOV, Ivan RYSHKELY Analyzing the characteristics of the breeding material of <i>Ribes nigrum</i> , <i>Ribes Rubrum</i> and <i>Grossularia reclinata</i> , produced by the autopolyploidy method	33
Yulia VINTSKOVSKAYA, Oleg KITAEV Influence of the antitranspirant Vapor Gard on the pigment content and functional status of apple (<i>Malus domestica Borkh.</i>) leaf apparatus	39
Valeria CHEPTINARI, Tudor NASTAS, Natalia RAILEANU, Victor GORBAN Analysis of the ethological and reproductive characteristics and the dynamics of <i>Heliothis Amigera</i> population development throughout the season	44
Alla GLADKAYA, Tatyana SHCHERBAKOVA, Natalya LEMANOVA Characteristics of <i>Rheum rhaoticum</i> cultivation in the conditions of Moldova	49
Victor MYKOLAEVSKI, Valentina SERGIENKO, Lyudmila TYTOVA Influence of presowing seed bacterization on disease development and yield of soybean	55
Inga KUZNETSOVA Water requirements of stevia plants (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>) during the vegetative development	60
Anastasia KRIVORUCHKO, Valentina BESSONOVA Characteristics of the water metabolism of <i>Quercus robur L.</i> and <i>Quercus rubra L.</i> leaves in pure and mixed groups	66
Grigore MARIAN, Andrei GUDİMA, Andrei PAVLENCO, Vladimir GOROBET The torrefaction – a new direction to improve the quality of pellets produced from local biomass	74
Grigore MARIAN, Andrei GUDİMA, Andrei PAVLENCO The influence of densification parameters on the quality of pellets produced from agricultural residues	82
Ilie ROTARU, Serghei SECRIERU, Efimia GAINA Effect of using the hybridization methods for increasing the production and improving the quality of pig carcasses	88
Sergey LUGOVOY, Sergey KRAMARENKO, Vadim LIKHACH Intrabreed variability in the Large White breed pigs based on the microsatellite DNA polymorphism	94
Tatyana LUPOLOVRĖ, Valentina PETCU, Elena GUMINSKAYA, Anastasiya MAKAROVA Pair distinction of genetic structure by lactoproteins in cattle breeds	99
Yuliya PODOLYAN The effect of the probiotic feed additive: "Entero-active" on the mineral composition of broiler meat	104
Svetlana PANYKOVA, Oleg KATERINICH, Olga ZAHARCHENKO, Igor IONOV Intensity of egg production formation in the new hybrid hens for combined meat and egg purposes	109
Florinel BRUDASCA, Carmen Dana SANDRU, Constantin CERBU, Aurel VASIU, Marina SPINU Enhanced responses in antigen primed dogs after the administration of a complex microbial immunostimulating compound	114
Carmen Dana SANDRU, Mihaela NICULAE, Emoke PALL, Aurel VASIU, Florinel BRUDASCA, Marina SPINU Potential use of the stinging nettle as an enhancer of weight gain and innate immune response in broiler chickens	119
Olga JUNCU Conditionally pathogenic microflora of consumption eggs as a risk of toxic infections	123
Liliana CIMPOIES Intra-industry trade with agri-food products in the Republic of Moldova: aspects and trends	128
Adrei ZBANCA, Virgiliu MOREI, Grigore BALTAG, Sergiu PANUTA Economic analysis of the fruit and vegetable cultivation in Moldova	135

CZU 631.4:631.44

INVESTIGĂRI PRIVIND DINAMICA ÎNSUȘIRILOR CHIMICE ALE CERNOZIOMURILOR OBIȘNUITE SUPUSE PROCESULUI DE EROZIUNE

*Olesea COJOCARU**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

Abstract. Four profiles of soil, ordinary chernozem subjected to erosion processes, distributed in the Negrea village, in the catchment basin of Lapusna river (Republic of Moldova) were analyzed in the present study. The aim of the research was to evaluate the changes produced in soil chemical properties under the influence of erosion: pH, content of humus, nitrogen, phosphorus, potassium and carbonates and their distribution on soil profile. The reaction (pH) of not eroded and often of weakly eroded soil, is neutral with values ranging from 6.9-7.2 and slightly alkaline for the Bh₂, BC and C horizons. Moderate and heavily eroded soils are characterized by a slightly alkaline reaction at the surface. The highest humus losses were in the 0-30 layers and its content vary from 3,1-3,7 % in the not eroded and weakly eroded soils, characterized as moderately humiferous, to 2.4-2.7% of humus in the heavily eroded soil, characterized as poorly humiferous. Also, the content of nitrogen, phosphorus and potassium significantly decreases with increasing erosion level. The quantity of carbonates increases from 2-3,9% g/g (weak and moderately eroded soils) to 20% g/g (heavily eroded soil) in the layer of 30 cm. Increased amount of carbonates and reduced content of phosphorus, nitrogen and humus directly affect the growth and development of plants. For obtaining adequate yields on eroded soils, it is necessary to focus soil improvement works firstly to enhance the chemical properties and then others.

Key words: Ordinary chernozem; Eroded soil; Chemical characteristics; Degree of erosion.

Rezumat. În prezentul studiu s-au analizat 4 profiluri de sol, cernoziom obișnuit, supus procesului de eroziune, răspândit în zona comunei Negrea, în bazinul hidrografic al râului Lăpușna. Scopul cercetărilor constau în evaluarea modificărilor pe care le produce eroziunea asupra însușirilor chimice ale solului: pH, conținutul de humus, azot, fosfor, potasiu și carbonați și distribuția acestora pe profilul solului. Reacția solului neerodat (pH), deseori și a celui slab erodat, este neutră cu valori cuprinse între 6,9-7,2 și slab alcalină pentru orizonturile Bh₂, BC și C. Solul moderat și puternic erodat se caracterizează prin reacție slab alcalină de la suprafață. Pierderile cele mai importante de humus s-au produs în majoritatea cazurilor în straturile 0-30 cm, conținutul acestuia variind de la 3,1-3,7 % pe solul neerodat și slab erodat, caracterizat ca moderat humifer până la 2-2,4% de humus pe solul puternic erodat, caracterizat ca slab humifer. Conținutul de azot, fosfor și potasiu deasemenea scade simțitor odată cu creșterea gradului de eroziune. Cantitatea de carbonați crește de la 2-3,9% g/g (sol slab și moderat erodat) până la 20% g/g (sol puternic erodat) în stratul de 30 cm. Creșterea cantității de carbonați și reducerea însemnată a fosforului, azotului și humusului influențează în mod direct creșterea și dezvoltarea plantelor. Pentru a se putea obține producții corespunzătoare pe solurile erodate este necesar ca lucrările de ameliorare să se îndrepte în primul rând spre îmbunătățirea proprietăților chimice și apoi spre celelalte.

Cuvinte-cheie: Cernoziom obișnuit; Sol erodat; Proprietăți chimice; Grad de eroziune.

INTRODUCERE

Solurile constituie principala bogăție naturală a Moldovei. De starea calității solurilor, de capacitatea lor de producție depinde, în mare măsură, securitatea alimentară a țării, bunăstarea populației din spațiul rural, calitatea mediului (Andrieș, S. et al. 2016). În ultimile decenii, cernoziomurile cu fertilitate înaltă sunt supuse degradării tot mai accelerate din cauza activității antropice neadecvate, micșorării suprafețelor perdelelor forestiere de protecție și altor factori, ceea ce a condus la o scădere esențială a capacității productive a culturilor agricole. În limitele Podișului Moldovei Centrale sunt răspândite cernoziomurile obișnuite, iar calitatea învelișului de sol pe majoritatea terenurilor agricole este nesatisfăcătoare (Andrieș, S. et al. 2003).

Procesele de degradare a solului sunt condiționate atât de factori naturali, cât și de activitatea antropică neadecvată. Astfel, degradarea duce la înrăutățirea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solurilor (Andrieș, S. et al. 2003; Nour, D. et al. 2004). Solul fertil spălat de pe versant prin eroziune este pierdut, practic, pentru totdeauna.

Instabilitatea climei, îndeosebi a regimului precipitațiilor, condiționează atât secetele, cât și inundațiile, iar caracterul torențial al ploilor în anotimpurile calde prezintă un factor decisiv al eroziunii solurilor.

Astfel s-au evidențiat formele de degradare a solului și prejudiciul cauzat economiei naționale în rezultatul extinderii acestora. Defrișarea pădurilor, deștelenirea stepelor, privatizarea fondului funciar cu parcelarea lui excesivă, dar și împărțirea cotelor din deal la vale – toate acestea au condus la accelerarea proceselor de eroziune, inclusiv a celei liniare (Andrieș, S. et al. 2003).

Cunoașterea modificărilor însușirilor chimice ale cernoziomurilor obișnuite supuse procesului de eroziune constituie un pilon important în stabilirea celor mai eficiente măsuri antierozionale. Pentru a estima caracterul acestor modificări, în studiu s-au folosit cei mai semnificativi indicatori chimici: conținutul de humus, nivelul pH-ului, conținutul de azot, fosfor, potasiu și de carbonați.

MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru îndeplinirea scopului cercetărilor propuse a fost realizat un studiu în teritoriu, în cadrul căruia au fost colectate probe de sol. Acestea au fost distribuite mai apoi în laborator pentru o analiză mai detaliată. Recoltarea solului este o operație foarte importantă de care depinde în mare măsură exactitatea rezultatelor cercetărilor. Numărul de probe se fixează după mărimea suprafețelor de analizat, după gradul de uniformitate a terenului, după starea culturilor și natura analizelor de executat. În laborator, probele se lucrează imediat, în stare proaspătă, sau se usucă la aer, se pun în cutii speciale și se păstrează în dulapul de probe al laboratorului.

Dintre metodele utilizate pentru determinarea conținutului de humus total în sol, cele mai cunoscute sunt:

metoda calcinării – o metodă simplă, ușor de executat, dar imprecisă, ce se bazează pe principiul eliminării prin calcinare a substanței organice din probă ca urmare a oxidării carbonului cu oxigenul atmosferic. Pierderea de greutate prin ardere se determină prin cântărire;

metoda Schollenberger-Jackson (metoda oxidării umede) – se bazează pe principiul oxidării carbonului (Florea, N. et al. 1987) din substanța organică din proba de sol cu un amestec oxidant de bicromat de potasiu ($K_2Cr_2O_7$) și acid sulfuric (soluție sulfocromică);

metoda Tiurin – constă în oxidarea carbonatului din humus cu o soluție de anhidridă cromică sau bicromat de potasiu în prezența acidului sulfuric (Arinușkina, E. 1970; Sokolov, A. et al. 1965; Sokolov, A. 1975).

Experiențele au fost amplasate în zona comunei Negrea, raionul Hâncești, bazinul hidrografic al râului Lăpușna. S-au luat în studiu patru profiluri ale cernoziomurilor obișnuite, cu diferite grade de eroziune, cu tipul de profil corespunzător (Cojocaru, O. 2015):

- *neerodate* – $(Ah+Bhk1)d \rightarrow Bhk1 \rightarrow Bhk2 \rightarrow BCk \rightarrow Ck$;
- *slab erodate* – $(Ah+Bhk1)d \rightarrow Bhk2 \rightarrow BCk \rightarrow Ck$;
- *moderat erodate* – $(Bhk1+Bhk2)d \rightarrow BCk \rightarrow Ck$;
- *puternic erodate* – $(Bhk2+BCk)d \rightarrow BCk \rightarrow Ck$.

În laboratoarele Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dîmo" s-au analizat, conform metodelor de cercetare (Arinușkina, E. 1970; Sokolov, A. et al. 1965; Sokolov, A. 1975), următoarele însușiri chimice ale probelor de sol prelevate:

- a) cantitatea de humus din sol, calculată prin metoda Tiurin;
- b) pH-ul, determinat prin metoda potențimetrică;
- c) azotul total, determinat prin metoda Kjeldahl;
- d) fosforul mobil – prin metoda Macighin;
- e) potasiul mobil – prin metoda Macighin, fotometrie cu flacăra;
- f) carbonații – prin metoda gazovolumetrică.

Pe baza acestor analize s-a urmărit dinamica însușirilor chimice ale cernoziomurilor obișnuite în funcție de gradul de eroziune.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetările făcute în cadrul studiului au stabilit gradul de modificare prin eroziune a principalelor însușiri chimice ale solului și, în primul rând, a conținutului de substanțe nutritive.

Humusul este cel mai important component al solului, deoarece el conferă starea de sănătate solului, iar plantelor le asigură o hrană de calitate deosebită, care le sporește rezistența la boli și dăunători. Conținutul în humus se poate aprecia vizual sau se poate determina exact prin analize

chimice de laborator. Aprecierea conținutului în humus se realizează în funcție de culoarea solului. Solurile bogate în humus sunt mai închise la culoare, absorbind astfel căldura cu mai mare ușurință față de cele deschise la culoare. Acesta este un factor important de care depinde în mare măsură capacitatea de tamponare a solului, relațiile acestuia cu apa, aerul, regimul termic al solului și alte proprietăți. Prin determinarea rezervei de humus în sol se evidențiază pierderea materiei organice și a elementelor fertilizante, în special a azotului, elementul cel mai afectat de eroziune. Pierderile de humus din solurile agricole sunt legate de mai mulți factori, dintre care mai importanți sunt asolamentele practice, lucrarea solului, cantitatea materiei organice restituite împreună cu îngrășămintele organice etc. (Andrieș, S. et al. 2004; Banaru, A. 2002; Cerbari, V. et al. 2001).

Dacă ne referim la conținutul de humus conform investigațiilor în cauză, determinat prin metoda Tiurin (fig. 1), în straturile 0-30 cm solurile neerodate și slab erodate se caracterizează ca moderat humifere, cu un conținut de humus de 3,1-3,7%. Solurile moderat erodate au un conținut de humus de 2,4-2,7% considerate ca submoderat humifere, iar solurile puternic erodate – slab humifere cu 2-2,4% conținut de humus (Cojocaru, O. 2015; Arinușkina, E. 1970; Sokolov, E. et al. 1965; Sokolov, E. 1975).

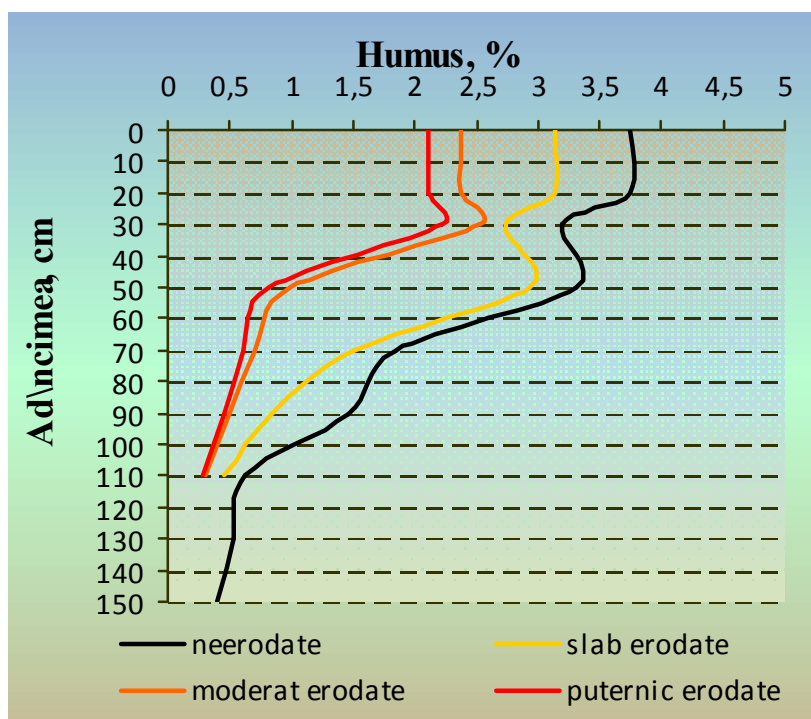


Figura 1. Conținutul de humus, % pe profilul cernoziomurilor obișnuite investigate

Situația creată favorizează în continuare dezvoltarea și mai accentuată a fenomenului de eroziune. Pierderile cele mai importante de humus s-au produs, în majoritatea cazurilor, pe adâncimea de 30 cm. Conținutul de humus variază atât în funcție de tipul de sol, cât și de intensitatea procesului de eroziune (Banaru, A. 2002).

Pe baza rezultatelor obținute se constată că problema majorării fluxului de substanță organică în solurile erodate, dar și în cele neerodate, este primordială pentru menținerea stării lor de calitate și a capacității de producție (Cerbari, V. 2010). Raportul C:N în humusul stratului arabil al solurilor cercetate este destul de îngust – circa 8-9 (tab. 1). Astfel, solurile sunt slab asigurate cu fosfor mobil și optimal asigurate cu potasiu mobil. Din punct de vedere al schimbării însușirilor chimice în funcție de gradul de eroziune, diferiți cercetători au constatat că solurile humifere sunt mai puțin expuse procesului de eroziune decât solurile slab humifere.

O influență aparte asupra calității solului o exercită reacția solului (gradul de aciditate sau bazicitate), care este determinată de raportul dintre concentrația de ioni de H^+ și OH^- . Reacția solului (pH-ul) servește la caracterizarea agroproductivă a solului și constituie un criteriu important pentru stabilirea modului de folosință a terenului și pentru alegerea sortimentului de plante.

Tabelul 1. *Dinamica însușirilor chimice ale cernoziomurilor obișnuite, răspândite în zona comunei Negrea, supuse procesului de eroziune*

Orizontul și adâncimea (cm)	C : N	Forme mobile (mg/100 g sol)	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
Cernoziom obișnuit neerodat			
Ahp1 0-20	10,8	2,0	38
Ahp2 20-32	9,7	1,5	25
Ahd 32-52	10,7	1,2	20
Cernoziom obișnuit slab erodat			
Ahp1 0-21	10,1	1,9	28
Ahp2 21-35	8,9	1,9	18
Ahd 35-53	9,1	1,7	16
Cernoziom obișnuit moderat erodat			
ABhp 0-21	10,6	1,9	17,0
ABhd1 21-48	10,7	1,7	13,0
BCk1 48-65	10,6	1,5	12,5
Cernoziom obișnuit puternic erodat			
ABhp 0-20	10,7	1,9	19,5
ABhd 20-40	11,0	1,6	13,0

Astfel, solurile acide sunt sărace sau, uneori, total lipsite de calciu – element important pentru viața plantelor, precum și de unele microelemente importante (bor, molibden, cobalt). Reacția puternic alcalină a solului determină blocarea unor microelemente (Zn, Cu, Mn, Bo etc.) și conduce, prin urmare, la carențe în ceea ce privește aprovizionarea plantelor. Cunoașterea reacției solului ajută la stabilirea formei sub care trebuie folosite îngrășămintele chimice pe diferite soluri, în deosebi pe cele supuse procesului de eroziune (Arinușkina, E. 1970; Sokolov, A. et al. 1965; Sokolov, A. 1975). Valoarea pH-ului determinată în suspensie apoasă de sol este un indice analitic ușor de obținut, pe baza căruia se stabilește tipul de reacție a solului și proprietățile acido-bazice ale sistemului sol-apă (Florea, N. et al. 1987).

Conform investigațiilor efectuate, reacția solurilor neerodate, deseori și a celor slab erodate, este neutră pentru orizonturile Ah și Bh1, cu valori cuprinse între 6,9-7,2 și slab alcalină pentru orizonturile Bh2, BC și C (Cojocar, O. 2015). Solurile moderat erodate și puternic erodate se caracterizează prin reacție slab alcalină de la suprafață (fig. 2). Aceasta se explică prin faptul că aceste straturi sunt formate din orizonturi inferioare carbonatice, scoase la suprafață.

În ceea ce privește azotul, acesta se găsește în sol sub forme organice și forme anorganice (Arinușkina, E. 1970; Sokolov, A. et al. 1965; Sokolov, A. 1975). În cea mai mare parte, azotul din sol se află legat de materia organică (peste 90%) și anume: în resturi organice moarte, în substanțe humice și microorganisme. În orizontul superior al solului 20-40% din totalul azotului legat organic se află sub formă de aminoacizi condensați în materia organică și eliberați prin hidroliza acidă. În afara de aceștia, solul conține cantități foarte mici de aminoacizi liberi, care pot fi extrași în apă, alcool etilic, acetat de amoniu. Altă parte din azotul organic (5-10%) se află în componența amonozaharurilor, care, la fel ca aminoacizii, pot fi eliberați din sol prin hidroliza acidă.

Astfel, azotul accesibil plantelor se formează în urma descompunerii humusului de către microorganisme. El este reprezentat, în forma schimbabilă, de către ionii NH_4^+ absorbiți reversibil la suprafața coloizilor solului și sub formă solubilă de ionii NH_4^+ din soluția solului. Aceste forme sunt ușor accesibile plantelor. În cadrul studiului, determinarea azotului total din sol s-a efectuat prin metoda Kjeldahl, care presupune dezagregarea (mineralizarea) solului cu acid sulfuric concentrat, astfel azotul din combinațiile organice fiind eliberat și transmis sub formă de sulfat de amoniu. Prin tratarea cu o bază puternică, acesta formează amoniac, eliminat din soluție prin distilare și captat într-o soluție de acid sulfuric 0,1 N. Prin titrarea excesului de acid sulfuric cu hidroxid de sodiu 0,1 N se poate calcula conținutul de azot din proba analizată (Andrieș, S. et al. 2004; Banaru, A. 2002).

Conform calculelor efectuate pe solurile cercetate ocupate cu culturi prășitoare pierderile azotului constituie 18 kg/ha. În cazul solurilor slab erodate se pierd 23 kg/ha de azot, iar în cazul celor moderat erodate – 28 kg/ha. Solurile puternic erodate pierd circa 40 kg/ha (Cojocar, O. 2015).

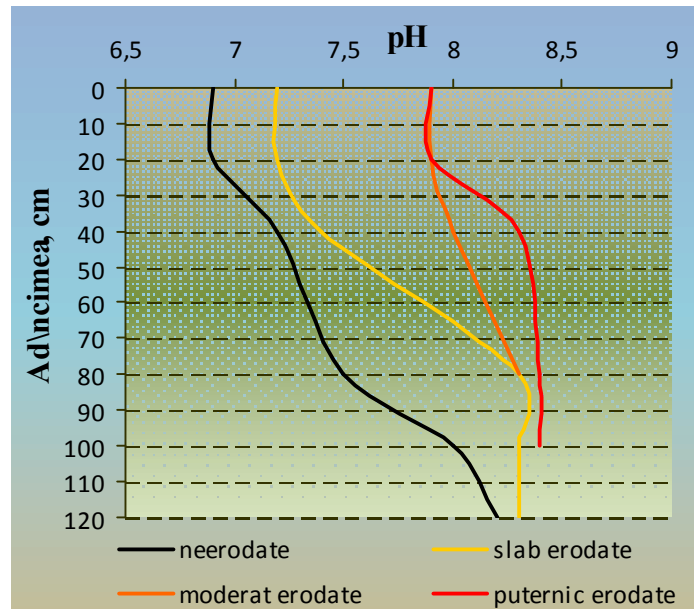


Figura 2. Valorile pH-ului pe profilul cernoziomurilor obișnuite investigate

Fosforul (P_2O_5) se găsește în sol sub formă de compuși minerali și organici. Majoritatea fosfaților au o solubilitate redusă și sunt greu accesibili plantelor. Fosfații se găsesc sub formă de fosfați primari ușor solubili și sub formă de fosfați secundari, terțiari, fosfați octocalcici, fosfați adsorbiți la suprafața sescvioxizilor de fier și aluminiu sau argilă, care sunt greu solubili (Arinușkina, E. 1970; Sokolov, A. et al. 1965; Sokolov, A. 1975). În solurile neutre și alcaline, fosfații sunt solubili cu precădere de către acidul acetic, care intră în compoziția soluției acetat-lactat (AL). Pe măsura creșterii gradului de eroziune, cantitatea de fosfor mobil scade și mai mult (fig. 3) (Andrieș, S. et al. 2004).

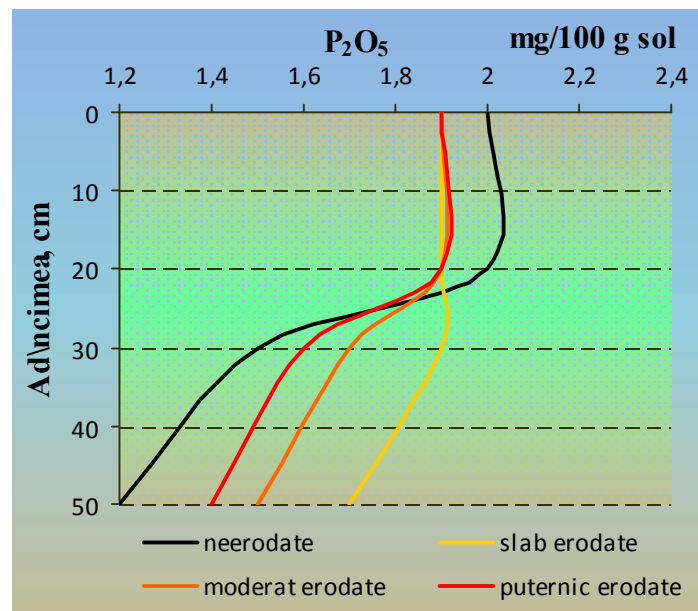


Figura 3. Conținutul de P_2O_5 , mg/100 g sol pe profilul cernoziomurilor obișnuite investigate

Determinarea potasiului asimilabil (mobil) s-a realizat după metoda Macighin. Potasiul este considerat unul dintre principalele elemente ale scoarței terestre. Numeroase laboratoare de agrochimie au adoptat metoda determinării potasiului în extractul de soluție acetat-lactat (AL) cu ajutorul fotometrului cu flacără. Extractul obținut pentru determinarea fosforului este folosit și la determinarea altor elemente considerate accesibile plantelor. Extractul de sol conținând potasiu este transformat în aerosoli cu

ajutorul pulverizatorului de la fotometrul cu flacără. Acesta, ajungând în flacără, pierde apa prin evaporare și formează un flux continuu gazos, alcătuit din atomii diverselor elemente (Arinușkina, E. 1970; Sokolov, a. et al. 1965; Sokolov, A. 1975) (fig. 4).

Cu ajutorul unui filtru de interferență pentru potasiu și prin intermediul unei celule fotoelectrice, intensitatea acestor radiații de emisie permite determinarea concentrației de potasiu în extractul de sol analizat (Andrieș, S. et al. 2004; Banaru, A. 2002; Florea, N. et al 1987).

Carbonații se determină prin titrarea cu H_2SO_4 0,01 N în prezența fenolftaleinei, iar bicarbonații – prin titrarea cu H_2SO_4 0,01 N în prezența metiloranjului. S-au apreciat mai întâi în teren cu ajutorul unei soluții de acid clorhidric (concentrația 1/3). În contact, cele două elemente devin efervescente. În funcție de intensitatea efervescenței s-a putut aproxima conținutul de carbonați în sol (Arinușkina, E. 1970; Sokolov, A. et al. 1965; Sokolov, A. 1975). Însă un rezultat mult mai exact s-a obținut în urma analizelor efectuate în laboratorul Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului "Nicolae Dîmo" (Andrieș, S. et al. 2004; Cerbari, V. 2001; 2010). Conform datelor obținute, profilul carbonatic al solurilor cercetate este derogat prin inversarea orizonturilor (fig. 5), prin urmare, solurile neerodate sunt necarbonate în stratul 0-20 cm, iar cele slab și moderat erodate au valori de 2-3,9% g/g (slab carbonate). Solurile puternic erodate de la suprafață sunt moderat carbonate, iar odată cu adâncimea, în stratul de 30 cm – puternic carbonate, cu valori de 20% g/g. Creșterea cantității de carbonați și reducerea însemnată a fosforului, azotului și humusului influențează în mod direct creșterea plantelor pe solurile erodate și deci nivelul producțiilor realizate.

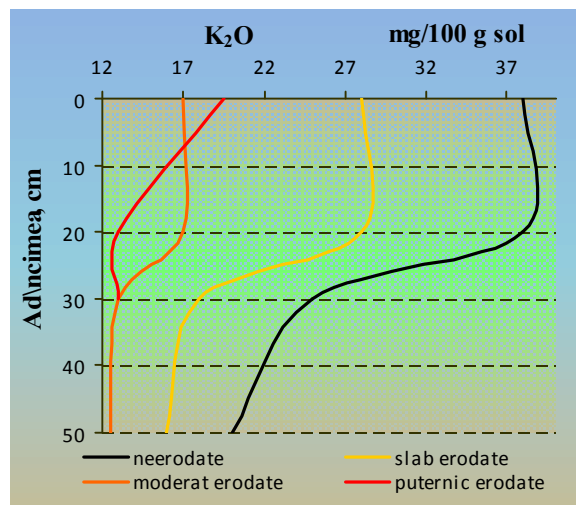


Figura 4. Conținutul de K_2O , mg/100 g sol pe profilul cernoziomurilor obișnuite investigate

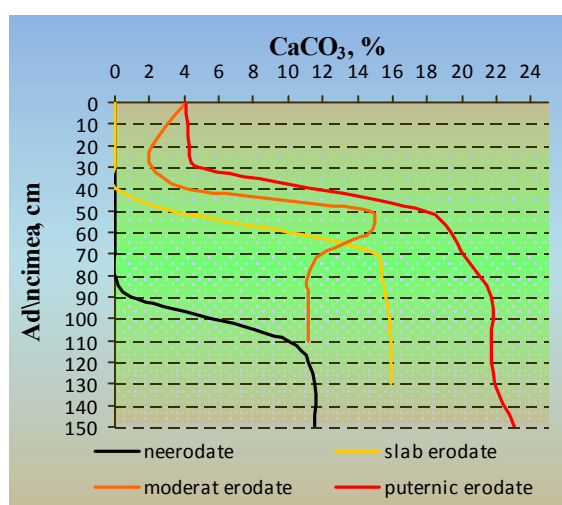


Figura 5. Conținutul de $CaCO_3$, % pe profilul cernoziomurilor obișnuite investigate

CONCLUZII

1. Experiențele au fost amplasate în perimetrul comunei Negrea, raionul Hâncești, în bazinul hidrografic al râului Lăpușna. S-au luat în studiu patru profiluri ale cernoziomurilor obișnuite cu diferit grad de eroziune.

2. După conținutul de humus determinat prin metoda Tiurin în straturile 0-30 cm, solurile neerodate și slab erodate se caracterizează ca moderat humifere, cu un conținut de humus de 3,1-3,7%. Solurile moderat erodate au un conținut de humus de 2,4-2,7%, considerate ca submoderat humifere, iar solurile puternic erodate, slab humifere, au 2-2,4% conținut de humus.

3. Valoarea reacției solurilor neerodate, deseori și a celor slab erodate, este neutră pentru orizonturile Ah și Bh1, cu valori cuprinse între 6,9-7,2, și slab alcalină pentru orizonturile Bh2, BC și C. Solurile moderat și puternic erodate se caracterizează cu reacție slab alcalină de la suprafață. Aceasta se explică prin faptul că aceste straturi sunt formate din orizonturi inferioare carbonatice, scoase la suprafață.

4. Conform investigațiilor și calculelor efectuate pe solurile cercetate ocupate cu culturi prășitoare, pierderile azotului constituie 18 kg/ha. Pentru solurile slab erodate se pierde 23 kg/ha de azot, iar pentru cele moderat erodate – 28 kg/ha. Solurile puternic erodate pierd circa 40 kg/ha.

5. În solurile neutre și alcaline, fosfații sunt solubilizați cu precădere de către acidul acetic, care intră în compoziția soluției acetat-lactat (AL). Pe măsura creșterii gradului de eroziune, cantitatea de fosfor mobil scade și mai mult.

6. Conform datelor obținute pe profilurile cercetate, conținutul carbonaților este derogat prin inversarea orizonturilor.

7. Se cunoaște faptul că lipsa de azot din sol duce la oprirea creșterii plantelor, iar excesul de azot sensibilizează plantele la cădere, la boli, la secetă sau la ger. Astfel, pentru solurile slab erodate se pierd 23 kg/ha de azot, iar pentru cele moderat erodate 28 kg/ha. Solurile puternic erodate pierd circa 40 kg/ha.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANDRIEȘ, S., FILIPCIUC, V. (2016). Cercetări în domeniul eroziunii solului: Realizări și probleme. In: Akademos, nr. 4, pp. 22-28. ISSN 1857-0461.
2. ANDRIEȘ, S., CAPCELEA, A., JOLONCOVSCHI, A., MAGDĂL, S. (2003). Programul de conservare a solului din bazinul hidrografic al râului Lăpușna pentru reducerea poluării cu nutrienți a resurselor de apă: informație de sinteză. Chișinău. 60 p.
3. ANDRIEȘ, S., red. (2004). Programul complex de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solurilor. Partea I. Ameliorarea solurilor degradate. Chișinău, Pontos. 212 p. ISBN 9975-927-96-3.
4. ARINUȘKINA, E. V. (1970). Rukovodstvo po himičeskomu analizu počv. Č. 2. Moskva: Nauka. 332 s.
5. BANARU, A. (2002). Îndrumări metodice pentru determinarea bilanțului humusului în solurile Moldovei. Chișinău. 24 p.
6. CERBARI, V., ANDRIEȘ, S. (2001). Să oprim degradarea solului. Chișinău. 49 p.
7. CERBARI, V., coord. (2010). Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova: baze de date, concluzii, prognoze, recomandari. Chișinău: Pontos. 475 p.
8. COJOCARU, Olesea (2015). Combaterea eroziunii solurilor bazinului de recepție "Negrea" din zona colinară a Prutului de Mijloc: teza de doctor. Chișinău. 168 p.
9. FLOREA, N., BĂLĂCEANU, V., RĂUȚĂ, C., CANARACHE, A. (1987). Metodologia elaborării studiilor pedologice. Partea II-a. Elaborarea studiilor pedologice în diferite scopuri. București. 249 p.
10. NOUR, D., red. resp. (2004). Eroziunea solului: Esența, consecințele, minimalizarea și stabilizarea procesului. Chișinău: Pontos. 476 p. ISBN: 9975-926-73-8.
11. SOKOLOV, A. V., ASKIZANI, D. L. (1965). Agrohimičeskie metody issledovaniâ počv. Moskva: Nauka. 631 s.
12. SOKOLOV, A. V. (1975). Agrohimičeskie metody issledovaniâ počv. Moskva: Nauka. 656 s.

Data prezentării articolului: 24.03.2017

Data acceptării articolului: 28.04.2017

CZU 631:452

ACȚIUNEA PROCEDEELOR FITOAMELIORATIVE ASUPRA ÎNSUȘIRILOR SOLURILOR CENUȘII ARABILE DIN MOLDOVA CENTRALĂ

*Marcela STAHI**Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dîmo”, Republica Moldova*

Abstract. Dehumification, destructuration and argillic alteration of the arable layer of gray soils (grayzems) from the hilly part of Codri (Republic of Moldova) as a result of agricultural use led to its strong secondary compaction. The unfavorable status of physical, chemical and biological quality of this layer can be remediated only by increasing the flow of organic matter in this soil. By incorporating two harvests of vetch green mass in the arable layer of gray soils (on the plot „full fallow”, sown 2 times in an agricultural year with this crop), about 12 t/ha of absolutely dry mass of this crop were applied in the soil, which created the premise for synthesizing of 3-4 t/ha of humified labile organic matter. In the 2016, yield increases in winter wheat as a result of implementing this procedure reached 2.6 t/ha with a gluten content of 25%.

Key words: Gray soil; Degraded soil; Green manures; Vetch; Chemicophysical properties; Yield increases.

Rezumat. Dehumificarea, destructurarea și argilizarea stratului arabil al solurilor cenușii (griziomurilor) din partea colinară a Codrilor în rezultatul utilizării în agricultură a condus la compactarea secundară puternică a acestuia. Starea nefavorabilă de calitate fizică, chimică și biologică a acestui strat poate fi refăcută numai în rezultatul majorării fluxului de substanță organică în acest sol. Prin încorporarea în stratul arabil al solurilor cenușii a 2 recolte de masă verde de mazărice (pe parcela „ogor ocupat”, semănată de 2 ori într-un an agricol cu această cultură) în sol s-au introdus cca 12 t/ha de masă absolut uscată a acestei culturi, ce a creat premise pentru sintetizarea a 3-4 t/ha de substanță organică humificată labilă. În anul 2016 sporul de recoltă la grâul de toamnă în rezultatul realizării acestui procedeu a atins 2,6 t/ha cu conținut de gluten 25%.

Cuvinte-cheie: Sol cenușiu; Sol degradat; Îngrășămintă verzi; Mazărice; Proprietăți fizico-chimice; Spor de recoltă.

INTRODUCERE

O agricultură durabilă, bazată pe tehnologii moderne, poate fi concepută numai în cadrul unui sistem de protecție și păstrare pe termen lung a calității și capacității de producție a învelișului de sol. Managementul fertilității solului a devenit o problemă socială primordială. La etapa actuală, în solurile agricole din Republica Moldova se constată un bilanț profund deficitar în circuitul elementelor nutritive și al substanței organice, acumulate în condiții naturale pe parcursul mileniilor.

Solurile cenușii arabile din Moldova Centrală prezintă una dintre cele mai nefavorabile situații în ceea ce privește conținutul de humus și bilanțul negativ al substanței organice. Conform rezultatelor cercetărilor noastre și a altor cercetări (Lungu, M. 2007) conținutul de humus în stratul 0–30 cm al acestor soluri nu depășește 2,0–2,3%. În condițiile Moldovei, cu tip cernoziomic dominant de pedogeneză, un astfel de conținut de humus este apreciat ca scăzut pentru asigurarea stării satisfăcătoare de calitate și a capacității de producție agricolă a solurilor cenușii.

Solurile cenușii (griziomurile) din Moldova Centrală se caracterizează prin textură fină și conținut ridicat de argilă în straturile arabil și subarabil (34–42%). În procesul de exploatare intensivă în agricultură, conținutul mic de substanță organică, pe de o parte, și conținutul mare de argilă, pe de altă parte, au condus la reducerea rezistenței la compactare a stratului arabil. Problema restabilirii și păstrării pe termen lung a stării de calitate a stratului arabil al solurilor cenușii este una dintre cele mai actuale și poate fi rezolvată numai prin creșterea fluxului de substanță organică și crearea unui bilanț pozitiv al humusului în aceste soluri.

MATERIAL ȘI METODĂ

Obiectul de cercetare a fost solul cenușiu (griziomul, conform legendei FAO UNESCO, 1990) cu strat arabil degradat de pe teritoriul Stațiunii Experimentale Ivancea a Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului (IPAPS) „Nicolae Dîmo”. Poligonul experimental s-a organizat în anul agricol 2014-2015, în partea de sub pădure a câmpului nr. 7. Schema experienței este prezentată

în figura 1, pe harta orto-foto. Arealul solului cenușiu (griziomului) pe harta orto-foto se evidențiază prin culoare deschisă. În cadrul parcelelor experimentale s-a studiat impactul aplicării, ca îngrășământ organic, a unei mase verzi de mazărice asupra însușirilor solurilor cenușii. Obiectul de studiu reprezintă interes prin faptul că este cunoscută istoria arealului de sol, perioada în care a avut loc defrișarea pădurii seculare și a început utilizarea acestuia ca teren arabil. Conform cercetătorului V. Golub (2001) acest areal de soluri arabile de pe teritoriul stațiunii experimentale s-a format ca rezultat al tăierii masive a pădurii de pe teritoriul comunei Ivancea de către armeanul Carabet Balioz, care a cumpărat această moșie în anul 1852. Terenul în cauză se utilizează ca arabil de circa 120-130 de ani.

Metodele de efectuare a cercetărilor pedologice în teren și de analiză folosite la determinarea caracteristicilor fizico-chimice ale solurilor sunt cele standardizate în plan național. În anul 2015, pentru determinarea însușirilor inițiale ale solului cenușiu au fost amplasate și cercetate trei semiprofiluri de sol. În teren s-a efectuat descrierea morfologică a semiprofilurilor (adâncimea 0–50 cm), recoltarea probelor de sol pentru analize de laborator și determinarea densității aparente pe orizonturi genetice. În următorul an, pe fiecare parcelă de cercetare s-au observat modificările în starea de calitate a solurilor sub influența masei verzi de mazărice încorporate.

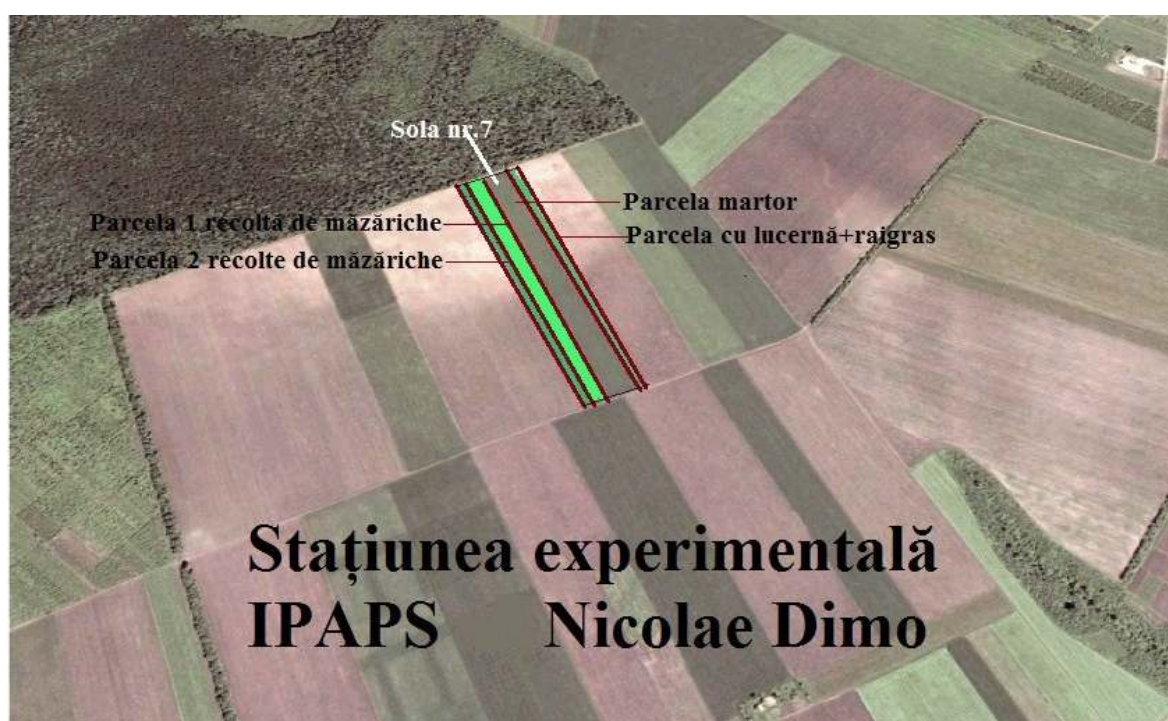


Figura 1. Amplasarea experienței de câmp pe teritoriul Stațiunii Experimentale Ivancea a IPAPS „Nicolae Dimo”

Densitatea aparentă echilibrată pentru stratul arabil al solurilor s-a determinat la mijlocul sezonului de vegetație a culturii de bază – grâu de toamnă, semănat în al doilea an după încorporarea în sol a masei verzi de mazărice. Recoltarea probelor de sol, determinarea densității aparente în profilurile cercetate s-a efectuat pentru adâncimile 0-10, 10-20, 20-35, 35-50 cm. Metodele de analiză în laborator a probelor de sol sunt prezentate în tabelul 1.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În primul an de studiu al solurilor cenușii (2014), pentru aprecierea prin comparare a modificărilor genetice ale solurilor arabile, în urma schimbării fazei de pedogenează, s-au cercetat două profiluri de sol amplasate unul în fața altuia – unul în pădure și altul pe teren arabil (fig. 2).

Solul cenușiu (griziomul) virgin (fig. 2, profilul 1v) se caracterizează cu diferențiere clară a profilului. În intervalul de adâncimi 0-34 cm se evidențiază trei orizonturi genetice – AEht, AEh și BEhtw – cu textură mijlocie și compactare slabă, sub care este situat orizontul iluvial-cambic puternic compactat.

Tabelul 1. Metodele de analiză în laborator a probelor de sol

Nr. d/o	Denumirea analizei	Metodele de analiză
1.	Alcătuirea granulometrică (textura)	Metoda pipetei, pregătirea solului după Kacinski, dispersarea în soluție de pirofosfat de Na
2.	Densitatea aparentă	Metoda cilindrilor
3.	Densitatea	Cu picnometru
4.	Higroscopicitatea	Prin uscare în etuvă la $t^0=105^0$ și cântărire
5.	Coeficientul de higroscopicitate	Metoda Nicolaev
6.	Porozitatea totală	Prin calcul
10.	Humusul	Metoda Tiurin
13.	Fosforul mobil	Metoda Macighin
14.	Potasiul mobil (schimbabil)	Metoda Macighin, determinare la fotometru cu flacără
15.	Carbonații	Metoda gazovolumetrică
16.	Aciditatea (p H)	Metoda potențimetrică

Stratul arabil al solurilor utilizate în agricultură mai mult de 100 de ani este format din amestecul materialului acestor trei orizonturi genetice superficiale ale solului virgin. Sub acest strat este situat orizontul iluvial-cambic puternic compactat, identic orizontului analogic al solului virgin (fig. 2, profilul 1a). Schimbări esențiale s-au produs doar în stratul arabil artificial creat. Acest strat s-a destructurat, a devenit bolovănos și puternic compactat.

Rezultatele determinării compoziției granulometrice (tab. 2) confirmă că griziomurile virgine sunt soluri moderat diferențiate textural, conținutul de argilă în profilul acestora majorându-se, în medie, de la 24–25% în orizonturile eluviale AEht și AE până la 41–42% în orizonturile iluviale Bhtw și BCtw (Canarache, A. 1987). Parametrii compoziției granulometrice ai stratului arabil (0–35 cm) al solurilor cenușii arabile se deosebesc esențial de cei ai solului virgin pentru aceeași adâncime. Diferențierea texturală a profilului solurilor arabile cercetate este slabă.

Cercetările efectuate de V. Grati (1977), Marina Lungu (2007) și cercetările noastre (Stahi, M. 2016) au confirmat că diferențierea texturală a solurilor cenușii este determinată nu numai de procesul eluvial-iluvial, dar și în mai mare parte, de procesul local de argilizare în orizontul Btw.

Datele privind însușirile fizice și chimice ale solurilor cercetate sunt prezentate în tabelul 2. Valorile densității pe profilul solului cenușiu virgin variază între 2,48 g/cm³ (orizontul AEht) și 2,73 g/cm³ (orizontul Ck). Valorile relativ mici ale densității orizontului AEht al solului virgin se explică prin conținutul înalt de substanță organică în acest orizont.

Pe profilul solului cenușiu arabil valorile densității se majorează, comparativ, lent – de la 2,60 în stratul arabil submoderat humifer până la 2,73 în roca parentală.

Valoarea densității aparente pentru orizonturile solurilor cenușii virgine poate fi apreciată în felul următor: orizontul AEht (0–9 cm) – densitate extrem de mică, sol foarte afânat; orizontul AEh (9–21 cm) – densitate mică, sol netasat; orizontul BEhtw (21–34 cm) – densitate mare, sol tasat; orizontul Btw – densitate foarte mare, sol foarte tasat.

Solurile cenușii arabile au pierdut rezistența stratului arabil la compactare în urma dehumificării și destructurării (Canarache, A. 1990). Densitatea aparentă pentru aceste soluri are valori medii în stratul 0–10 cm, afânat des prin discuire și cultivare. Mai jos de 10 cm fostul strat arabil și celelalte orizonturi subiacente se caracterizează prin densitate aparentă foarte mare, ceea ce indică că sunt foarte puternic tasate.

Solurile cenușii (griziomurile) virgine se caracterizează prin reacție moderat acidă (pH= 5,2–5,7), iar cele arabile – prin reacție slab acidă spre neutră (pH= 6,4–6,6), favorabilă pentru culturile de câmp. Carbonații din profilul solurilor cercetate sunt levigați până la adâncimea de 80 cm (comparativ mică), ceea ce, într-o măsură oarecare, stabilizează reacția solurilor în orizonturile superioare. Conținutul mediu ponderat de humus în stratul arabil 0–30 cm al solului agricol de pe câmpul nr. 7 este de 2,00%, iar în solul virgin – 4,29%. Ca rezultat al utilizării în agricultură pe parcurs de 100–120 ani a solului, conținutul de humus al acestuia în stratul 0–30 cm s-a micșorat comparativ cu conținutul de humus în același strat al solului virgin cu 2,29%.

Conform conținutului de forme mobile de potasiu și fosfor, solurile cenușii arabile cercetate în stratul postarabil 0–30 cm sunt moderat asigurate: 18–22 mg/100 g și, respectiv, 1,6–2,7 mg/100 g.

Așadar, stratul fost arabil 0–30 cm al solurilor cenușii se caracterizează printr-o calitate nefavorabilă și necesită refacere prin majorarea în acest strat a fluxului de substanță organică, ceea ce, în condițiile existente, se poate de realizat numai prin introducerea sistemică în sol a îngrășămintelor verzi.

În luna septembrie a anului 2015, după încorporarea în sol a masei verzi de mazărice, sectorul respectiv de teren a fost pregătit pentru semănatul culturii de bază și la începutul lunii octombrie, a fost semănat cu grâu de toamnă. În luna iunie 2016 s-au determinat modificările principalelor însușiri ale solurilor cenușii arabile sub influența masei verzi de mazărice încorporate în sol ca îngrășământ organic (tab. 4).

Determinarea densității aparente și a rezistenței la penetrare s-a efectuat în prima decadă a lunii iunie. Umiditatea solului la momentul efectuării determinărilor varia de la 17–18% g/g în stratul 0-10 cm până la 19-21% g/g în straturile subiacente.

Tabelul 2. Parametrii, pe orizonturi genetice, ale însușirilor fizice și chimice ale solurilor cenușii (griziomurilor) virgine și arabile (date inițiale 09.06.2015)

Orizontul și adâncimea (cm)	Argilă <0,001 mm, % g/g	Argilă fizică <0,01 mm, %g/g	D, g/cm ³	DA, g/cm ³	pT, % v/v	RP, kgf/m ²	Umiditatea în câmp, % g/g	AH, % g/g	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ , % g/g	Humus, % g/g	N, total, % g/g	Forme mobile, mg/ 100g sol	
													P ₂ O ₅	K ₂ C
Profilul 1v. Sol cenușiu (griziom) virgin (pădure)														
AEht 0-9	24,6	42,4	2,48	0,86	65,3	3	-	7,8	6,3	0	8,72	0,411	3,4	28
AEh 9-21	25,6	44,0	2,61	1,27	51,3	7	-	7,4	5,5	0	3,21	0,181	2,3	14
BEhtw 21-34	34,6	54,2	2,66	1,45	45,5	14	-	7,6	5,6	0	1,31	0,078	1,0	12
Bhtw 34-51	40,8	61,5	2,70	1,62	40,0	24	-	8,5	5,2	0	1,16	0,073	0,4	10
BCtw 51-80	40,7	60,9	2,71	1,61	40,6	-	-	8,0	5,7	0	0,76	-	-	-
BCtwk 80-100	35,3	55,6	2,72	1,60	41,2	-	-	6,5	7,5	7,7	0,63	-	-	-
Ck 100-120	32,4	50,5	2,73	-	-	-	-	6,2	8,1	19,4	0,47	-	-	-
Profilul 1a. Sol cenușiu (griziom) arabil – date inițiale														
Ahp1 0-10	31,5	55,9	2,59	1,40	45,9	12	17,9	3,8	6,6	0	2,30	0,136	2,8	22
Ahp1 10-20	32,0	56,2	2,60	1,56	40,0	19	20,2	3,8	6,4	0	2,07	0,130	2,4	18
Ahp2 20-30	32,9	56,3	2,62	1,58	39,7	21	21,6	4,0	6,4	0	1,68	0,110	1,8	18
Bhtw 30- 50	41,8	62,2	2,69	1,61	40,1	26	23,2	7,0	6,4	0	1,08	0,071	0,6	22
BCtw 50-80	41,1	61,9	2,72	1,62	40,4	24	23,0	6,7	7,0	0	0,64	-		
BCtwk 80-100	38,0	58,0	2,73	1,59	41,8	23	20,8	6,6	7,9	3,6	0,58	-		
Ck 100-120	35,2	55,1	2,73	-	-	23	20,8		8,1	13,6	0,45	-		

Tabelul 3. Recolta de masă verde de mazărice încorporată în sol ca îngrășământ organic în anul 2015 (date medii ponderate)

Recolta, data	Masa verde, t/ha	Umiditatea, % de la masa verde umedă	Masa absolut uscată,t/ha	Cenușa	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C
				% de la masa uscată				
Măzărache de toamnă								
Recolta principală	29,0	79,9	5,8	9,9	3,8	0,7	3,7	41,4
Rădăcini, masa totală în stratul 0-30 cm			2,3	14,8	1,8	0,5	1,5	41,1
Total masă aeriană și de rădăcini încorporată în sol din contul mazărichii			8,1	11,3	3,2	0,6	3,1	41,3
Măzărache de primăvară								
Recolta principală	8,0	64,2	2,9	10,3	1,5	0,5	1,5	40,9
Rădăcini, masa totală în stratul 0-30 cm			1,1	15,1	1,3	0,5	1,4	41,2
Total masă aeriană și de rădăcini încorporată în sol din contul mazărichii și buruienilor			4,0	11,7	1,4	0,5	1,5	41,1
Total masă aeriană și de rădăcini încorporată în sol din contul mazărichii			12,1	11,5	2,5	0,6	2,5	41,2

Notă: Coeficientul de humificare—0,25. Din 12,1 t/ha de resturi organice absolut uscate de mazărice încorporate în sol în perioada anului 2015 se vor forma cca 3 t/ha de humus. În 12,1 t/ha de resturi organice de mazărice încorporate în sol se conțin cca 302 kg/ha de azot biologic, 60% din care (180 kg/ha) este de proveniență simbiotică.

Datele din tabelul 4 confirmă că, în comparație cu starea inițială, valoarea medie a densității aparente a stratului 0–10 cm, în rezultatul introducerii în sol a unei și două recolte de masă verde de mazărice, s-a modificat de la mijlocie la mică (la o recoltă) și foarte mică (la două recolte). Concomitent, rezistența la penetrare a acestui strat a devenit mică, favorabilă pentru pătrunderea ușoară în adâncime a rădăcinilor plantelor de cultură și a apei. Îmbunătățirea stării de calitate fizică a stratului subiacent postarabil 10–20 cm este insuficientă. La adâncimea mai mare de 20 cm nu s-au produs modificări în starea de calitate a solurilor cercetate.

O modificare mai eficientă a stării de calitate a întregului strat postarabil 0–30 cm este posibilă numai în rezultatul amestecării, prin discuire și arătură, a masei verzi de mazărice cu masa de sol a întregului strat postarabil 0–30 cm, ceea ce nu s-a putut executa din cauza secetei din lunile iunie–septembrie ale anului 2015 și din cauza compactării extreme a stratului postarabil.

Tabelul 4. Modificarea valorilor medii ale însușirilor fizice și chimice ale solului cenușiu arabil în rezultatul încorporării în sol prin discuire a recoltelor de masă verde de mazărice

Orizontul și adâncimea, cm	Date inițiale, parcela martor		Varianta unde s-a introdus în sol o recoltă de mazărice		Varianta unde s-au introdus în sol două recolte de mazărice	
	Valoarea	Aprecierea	Valoarea	Aprecierea	Valoarea	Aprecierea
Densitatea aparentă, g/cm ³						
Ahp1 0-10	1,38	mijlocie	1,22	mică	1,18	foarte mică
Ahp1 10-20	1,55	foarte mare	1,49	mare	1,43	mare
Ahp2 20-30	1,57	foarte mare	1,58	foarte mare	1,56	foarte mare
Bhtw 30-50	1,61	foarte mare	1,61	foarte mare	1,61	foarte mare
Porozitatea totală, % v/v						
Ahp1 0-10	46,7	mijlocie	52,9	mare	54,4	mare
Ahp1 10-20	40,4	foarte mică	42,7	mică	45,0	mijlocie
Ahp2 20-30	40,1	foarte mică	39,7	foarte mică	40,5	foarte mică
Bhtw 30-50	40,1	foarte mică	40,1	foarte mică	40,1	foarte mică
Rezistența la penetrare, kgf/cm ²						
Ahp1 0-10	12	mijlocie	10	mică	8	mică
Ahp1 10-20	19	mare	19	mare	15	mare
Ahp2 20-30	21	foarte mare	21	foarte mare	24	foarte mare
Bhtw 30-50	26	foarte mare	30	foarte mare	29	foarte mare
Conținutul de substanță organică, % g/g						
Ahp1 0-10	2,23	submoderat	2,39	submoderat	2,47	submoderat
Ahp1 10-20	2,06	submoderat	2,12	submoderat	2,13	submoderat
Ahp2 20-30	1,70	slab humifere	1,73	slab humifere	1,77	slab humifere
Bhtw 30-50	1,05	slab humifere	1,07	slab humifere	1,09	slab humifere
Conținutul de fosfor mobil, mg/ 100 g sol						
Ahp1 0-10	2,7	moderat	3,0	moderat	2,5	moderat
Ahp1 10-20	2,2	moderat	2,0	moderat	1,8	moderat
Ahp2 20-30	1,6	moderat	1,6	moderat	1,1	scăzut
Bhtw 30-50	0,6	scăzut	1,0	scăzut	0,7	foarte scăzut
Conținutul de potasiu mobil, mg/ 100 g sol						
Ahp1 0-10	22	optim	25	optim	24	optim
Ahp1 10-20	19	moderat	22	optim	20	optim
Ahp2 20-30	18	moderat	19	moderat	16	moderat
Bhtw 30-50	22	optim	21	optim	17	moderat
Conținutul de nitrați (N-NO ₃), mg/100 g sol						
Ahp1 0-10	0,5	foarte mic	0,15	extrem de mic	0,42	extrem de mic
Ahp1 10-20	0,4	extrem de mic	0,12	extrem de mic	0,26	extrem de mic
Ahp2 20-30	0,3	extrem de mic	0,10	extrem de mic	0,18	extrem de mic
Bhtw 30-50	0,2	extrem de mic	0,13	extrem de mic	0,31	extrem de mic
Conținutul de nitrați (N-NH ₄), mg/100 g sol						
Ahp1 0-10	2,4	mijlociu	1,38	mic	2,0	mic
Ahp1 10-20	2,3	mijlociu	1,30	mic	1,5	mic
Ahp2 20-30	1,9	mic	1,29	mic	1,4	mic
Bhtw 30-50	1,4	mic	1,23	mic	1,1	mic

Condițiile climatice ale anului 2016, din punct de vedere a cantității și regimului de precipitații, au fost extrem de favorabile pentru creșterea grâului. Rezervele de apă pe stratul 100 cm de sol în perioada de vegetație a grâului s-au micșorat doar cu circa 40–50 mm pe parcela martor și circa 50–60 mm pe parcela unde în sol s-au introdus, ca îngrășământ verde, două recolte de mazărice. La începutul perioadei de vegetație a grâului, rezerva de apă în sol a fost mare, iar la sfârșitul acesteia – mijlocie. Recolta grâului de toamnă s-a format, practic, în proporție de 80-90% din contul precipitațiilor căzute în perioada primăvară–vară. Lipsa deficitului de umiditate a favorizat creșterea grâului și mărirea recoltelor pe parcelele experimentale.

Conform datelor din tabelul 3 în cazul introducerii în stratul 0–10 cm a unei recolte de masă verde de mazărice, ceea ce este egal cu 8 t/ha de masă absolut uscată, în sol se vor acumula circa 2 t/ha de substanță organică labilă (humus labil), iar în cazul introducerii în stratul 0–10 cm a două recolte de mazărice (12 t/ha de masă uscată) – se vor acumula 3 t/ha de substanță organică labilă. Datele din tabelul 4 confirmă acest fapt.

Determinarea formelor mobile de fosfor, potasiu și nitrați (08. 06. 2016) nu a evidențiat modificări esențiale în conținutul acestor elemente în stratul 0–10 cm de sol în care s-a încorporat masa verde a recoltelor de mazărice ca îngrășământ organic. În medie, pentru solul celor trei variante ale experienței, conținutul formelor mobile ale principalelor elemente nutritive în stratul 0–30 cm poate fi estimat în felul următor: fosfor – conținut moderat; potasiu – conținut optim; nitrați – conținut mic. În pofida conținutului mic de nitrați mobili în solul în care s-au introdus îngrășăminte verzi, culoarea verde–închisă a grâului pe aceste parcele indica o asigurare bună a plantelor cu azot. Datele cercetărilor confirmă că îngrășămintele din masa verde de mazărice, rezolvând problema azotului în sol, nu conduc la majorarea excesivă a conținutului de azot nitric, ceea ce este benefic din punct de vedere ecologic.

Criteriul de bază pentru aprecierea modificărilor în starea de calitate a solului este reacția culturilor agricole la aceste modificări, care se exprimă prin starea semănăturilor și recolta culturilor semănate. Datele privind recolta grâului de toamnă pentru diferite variante ale experienței efectuate sunt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5. Recolta grâului de toamnă (t/ha) după încorporarea în solul cenușiu arabil a masei verzi de mazărice ca îngrășământ organic

Nr. fâșiei	Varianta	Recolta de grâu, t/ha (umiditatea boabelor de grâu – 8%)						Sporul de recoltă comparativ cu varianta martor	
		1	2	3	4	5	media	t/ha %	Probabilitatea diferenței esențiale, %
1	Martor	2,6	2,8	2,5	2,6	2,7	2,6	-	-
2	După încorporarea în sol a unei recolte de mazărice	4,1	4,3	4,0	3,9	4,3	4,1	$\frac{1,5}{58}$	99,0
3	După încorporarea în sol a două recolte de mazărice	5,4	5,3	5,1	5,3	5,0	5,2	$\frac{2,6}{100}$	99,0

Pe parcela martor, recolta medie de grâu de toamnă a fost de 2,6 t/ha. Sporul de recoltă pe parcela unde s-a încorporat în sol, prin discuire, o recoltă de masă verde de mazărice a atins 1,5 t/ha, iar pe parcela unde în sol s-au introdus două recolte de masă verde de mazărice – 2,6 t/ha. Conținutul de gluten în grâu a avut următoarele valori: pe parcela martor – 16%; pe parcela unde s-a încorporat în sol o recoltă de mazărice – 22%; pe parcela unde s-au încorporat în sol două recolte de mazărice – 25%.

CONCLUZII

1. Procedeu recomandat de refacere a stării de calitate a stratului arabil al solurilor a condus la îmbunătățirea stării de calitate fizică, chimică și biologică a stratului 0-10 cm și, implicit, la majorarea capacității de producție a solurilor. Astfel, au fost create premise pentru implementarea cu succes a sistemului de agricultură conservativă, bazat pe tehnologia mini-till de lucrare a solului.

2. Refacerea stării de calitate a solului cenușiu arabil este necesar să fie efectuată pentru întreaga adâncime a stratului fost arabil 0–30 sau 0–35cm. În anii secetoși, grosimea de numai 10 cm a stratului fiziologic activ în partea superioară a stratului fost arabil va fi insuficientă pentru a asigura un regim hidric favorabil plantelor de cultură.

3. Situația în țară privind starea actuală de calitate a solurilor poate fi schimbată doar prin întreprinderea unui șir de măsuri legislative, organizatorice, financiare și fitopedoameliorative. Anume aceasta este motivația pentru a recomanda ca, în cadrul unui asolament cu 5 câmpuri, să fie introdus un câmp „ogor ocupat” cu o cultură siderală leguminoasă, măzăriche de toamnă și de primăvară (două recolte de măzăriche încorporate în sol ca îngrășământ verde într-un an agricol, pe fiecare câmp al asolamentului, o dată la 5 ani).

4. Procedul recomandat în cuplu cu alte măsuri agrotehnice și agrochimice necesare, utilizat în cadrul oricărui sistem de lucrări de bază ale terenului agricol, va conduce la formarea unui bilanț echilibrat al substanței organice în sol, la remedierea stării de calitate a solului și la majorarea capacității lui de producție agricolă.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. CANARACHE, A. (1990). Fizica solurilor agricole. București: Ceres. 268 p. ISBN 973-40-0107-8.
2. GOLUB, V. et al. (2001). Ivancea. Orhei. 142 p.
3. GRATI, V. (1977). Solurile forestiere ale Moldovei și utilizarea lor rațională. Chișinău. 136 p.
4. LUNGU, Marina (2007). Compactarea stratului arabil al griziomurilor cu textură mijlocie – fină din Moldova Centrală ca rezultat al utilizării agricole. In: Compactarea solurilor – procese și consecințe. Cluj-Napoca: Risoprint. pp. 112-116.
5. STAHI, Marcela, CERBARI, V. (2016). Particularitățile pedoecologice ale solurilor cenușii (griziomurilor) virgine și arabile din partea colinară a Codrilor Moldovei Centrale. In: Probleme ecologice și geografice în contextul dezvoltării durabile a Republicii Moldova: realizări și perspective: conf. șt. cu participare intern., Chișinău, 14-15 sept. 2016. Iași: Vasiliana. pp. 526-530. ISBN 978-9975-9611-3-4.

Data prezentării articolului: 22.03.2017

Data acceptării articolului: 28.04.2017

CZU 633.15:631.52

VALOAREA AMELIORATIVĂ A LINIILOR CONSANGVINIZATE DE PORUMB TIMPURIU CU GERMOPLASMĂ REID IODENT

Simion MUSTEAȚA, Pantelimon BOROZAN, Ghenadie RUSU, Valentina SPÎNU
Institutul de Fitotehnie „Porumbeni”, Republica Moldova

Abstract. The paper presents the results of evaluating six maize inbred lines developed from related F_2 (S_0) populations with Reid Iodent germplasm. During the period of 2012-2016 years these inbred lines, some related crosses as seed parents and single modified hybrids were assessed for multiple characteristics and valuable agronomic traits. Two inbred lines used as female parents demonstrated high performance, per se and in related crosses, for grain yield, resistance to stem breaking and root lodging, cold tolerance and other agronomic characters.

Key words: Maize; Inbred lines; Hybrids; Related crosses; Agronomically valuable traits.

Rezumat. În articol sunt prezentate rezultatele evaluării a șase linii consangvinizate de porumb, dezvoltate din populații înrudite F_2 (S_0) cu germoplasma grupei Reid Iodent. Pe parcursul anilor 2012-2016 liniile consangvinizate respective, încrucișări înrudite ca forme materne și hibrizi simpli modificați au fost apreciate după multiple caractere și însușiri agronomice valoroase. Două linii consangvinizate utilizate ca forme materne au demonstrat, per se și în încrucișări înrudite, performanțe superioare la producția de boabe, rezistență înaltă la frângerea tulpinilor și căderea radicală, toleranță la frig și alte caractere agronomice.

Cuvinte-cheie: Porumb; Linii consangvinizate; Hibrizi; Încrucișări înrudite; Caractere agronomice valoroase.

INTRODUCERE

Utilizarea liniilor consangvinizate înrudite ca genitori în scopul îmbunătățirii unor linii de elită, existente într-o anumită perioadă de timp, este o practică comună în ameliorarea porumbului (Sarca, T. 2004). Procedura respectivă, numită în literatură „selecție cumulativă”, permite păstrarea genomului liniilor performante și adăugarea de la donatori a însușirilor agronomice necesare (Troyer, A.F. 2000). Studiul efectuat de M.A. Mikel și J.W. Dudley (2006) arată majorarea până la 90% a cotei hibrizilor simpli și a încrucișărilor înrudite ca material inițial în programul de ameliorare a firmei Pioneer (SUA). Acest tip de material inițial reduce semnificativ procesul de creare a liniilor consangvinizate, furnizând o permanentă acumulare a genelor favorabile. Liniile noi reciclate, care se deosebesc prin anumite caractere agronomice bine exprimate, prezintă surse eficiente pentru modificarea formelor parentale ale hibrizilor realizați anterior prin substituirea liniei slabe în formulele de hibridare. Folosirea încrucișărilor între linii înrudite ca forme materne ale hibrizilor, în special din grupa de maturitate FAO 150-200, este o modalitate eficientă de sporire a producției de semințe (Musteața, S. et al. 2013).

Scopul prezentei lucrări constă în studierea indicilor ameliorativi ai unui set de linii consangvinizate, dezvoltate în baza germoplasmei grupei heterotice Reid Iodent, și valorificarea creațiilor noi ca forme materne ale hibrizilor simpli modificați de porumb timpuriu.

MATERIAL ȘI METODĂ

Lucrările de selecție au fost inițiate în anul 2008 prin autopolenizări ale plantelor din generația F_2 (S_0) al materialului biologic creat în încrucișări cu linii comerciale performante MKP60, MKP61 și descendente din generația S_5 (STP19, STP46, STP51, STP76) cu donatorii: AN4234/98 (ca sursă de rezistență la frângere a tulpinilor) și AN1246/05 (ca sursă de precocitate). În genealogia genitorilor respectivi, cu excepția liniei 4234/98, predomină germoplasma grupei heterotice Reid Iodent, cu o cotă de 50% a liniei semitimpurii D29 (Musteața, S. et al. 2014). La crearea liniilor s-a folosit metoda pedigreeului: consangvinizarea succesivă, selecția între descendente și în interiorul lor, testarea capacității de combinare. În procesul de selecție s-a urmărit expresia fenotipică a însușirilor cu eritabilitate ridicată, inclusiv ritmul de creștere a plantelor, precocitatea, toleranța la factorii abiotici și boli, rezistența la frângere și cădere a plantelor, talia plantei și insertia știuletelui, masa știuletelui, capacitatea de polenizare a paniculului, alte caractere specifice. În pepiniera de selecție descendentele s-au semănat într-o singură repetiție (știulete-rând) pe parcele de 4,9 m². Estimarea capacității de combinare s-a efectuat în baza producției de boabe a încrucișărilor sistemice de tip topcross cu 2–5 testeri din grupele alternative Euroflint și BSSS-B37. Test-încrucișările cu liniile din generațiile de inbreeding S_3 - S_6 s-au evaluat în

culturi comparative de orientare pe parcele cu suprafața de 10 m² în 2 repetiții. Din cadrul mostrelor studiate pentru crearea formelor materne înrudite și sintetizarea hibrizilor au fost evidențiate 6 linii provenind din 3 genitori. Liniile respective și încrucișările înrudite sintetizate în baza acestora s-au studiat *per se* după caracterele agronomice în culturi comparative de orientare. Germinația semințelor la temperaturi joase ale solului s-a apreciat în 3 experiențe de câmp, semănate în ultima decadă din martie–prima decadă a lunii aprilie, la intervale de 10 zile, și în condiții de laborator la temperaturi de 8–10°C. Gradul de rudenie a încrucișărilor perechilor de linii s-a calculat în baza indicelui diversității genetice, după formula propusă de cercetătorul S. Musteățu (2012): $DG = (H_{exp} - P_{exp}) / (H_{max} - P_{exp}) * 100$, unde H_{exp} – producția încrucișărilor, P_{exp} – producția medie a liniilor și H_{max} – producția hibrizilor martor, realizați cu linii din grupe heterotice alternative. Hibridii simpli modificali s-au studiat în culturi comparative de preconcurs (3 repetiții), concurs (6 repetiții) și în 1–2 localități ecologice din Republica Belarus.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În anul 2011, generația de consangvinizare S_3 a fost reprezentată de 211 descendente (știulete-rând) cu origine în 40 de familii S_2 din 7 surse de material inițial. Selecția fenotipică a avut drept rezultat evidențierea a 59 de descendente (28%) din 19 familii S_3 ale 6 genitori, care au fost încrucișate cu 4 testeri din grupa heterotică Euroflint. Cele 76 de test-încrucișări, în condițiile extrem de nefavorabile pentru cultura porumbului ale anului 2012, au realizat o producție medie de 2,01 t/ha, cu o variație de până la 2,50 t/ha la linia 1247/11 (tab. 1).

Tabelul 1. Capacitatea de producție (t/ha) a liniilor consangvinizate în test-încrucișări sistemice

Cifra liniilor	Generația de înbreeding și anii de testare				Media S_3-S_6	Efectele CGC
	S_3-2012	S_4-2013	S_5-2014	S_6-2015		
1174/10	2,35	7,74	8,00	5,31	5,85	0,33
1176/10	2,15	7,68	8,02	5,73	5,90	0,38
1146/11	2,26	7,78	8,06	5,05	5,79	0,27
1148/11	2,28	7,95	8,00	4,94	5,79	0,27
1247/11	2,50	7,70	7,82	5,24	5,82	0,30
1250/11	2,26	7,92	7,98	5,28	5,86	0,34
Media topcross	2,01	7,41	7,60	5,06	5,52	0,00
DL ₀₅	0,21	0,35	0,34	0,30	0,30	

Aprecierea capacității de producție a următoarei generații de înbreeding a fost efectuată în baza a 75 de încrucișări (25 de familii S_4 încrucișat cu 3 testeri indurata), cu o medie de 7,41 t/ha a producției de boabe. Dintre generațiile fenotipic constante, în culturi comparative de orientare s-au studiat 90 de încrucișări (18 familii S_5 încrucișat cu 5 testeri) și 36 de încrucișări (18 familii S_6 încrucișat cu 2 testeri), cu medii de 7,60 t/ha în anul 2014 și, respectiv, 5,06 t/ha în anul 2015. Selecția fenotipică și rezultatele test-încrucișărilor sistemice realizate pe parcursul generațiilor succesive de consangvinizare au evidențiat performanțe ameliorative la liniile 1174/10 și 1176/10 din genitorul MKP61 x AN4234/98, 1146/11 și 1148/11 din sursa STP19 x AN1246/05 și 1247/11, 1250/11 din genitorul MKP60 x AN1246/05. Liniile respective au manifestat capacitate de combinare superioară, exprimată prin valorile pozitive ale producției de boabe raportate la media test-încrucișărilor sistemice de tip topcross. Efectele capacității generale de combinare (CGC) au înregistrat variații condiționate de anii experimentării cu o medie pe 4 ani în intervalul 0,27–0,38 t/ha. Menționăm că liniile martor MKP60 și MKP61, utilizate ca forme parentale în hibridi omologați, au format producții de boabe cu valori apropiate de 1176/10 și 1250/11.

Liniile noi se disting prin mai multe caracteristici fenotipice descriptive incluse în recomandările Uniunii Internaționale pentru Protecția Noilor Soiuri de Plante (UPOV) și pot fi catalogate drept creații originale. Absența colorației antocianice la antere și stigmat, caracteristică care facilitează determinarea identității genotipurilor, este specifică liniilor 1174/10, 1146/11 și 1148/11. Pentru linia 1176/10 este caracteristică culoarea roză a stigmatelor și anterelor. La liniile 1174/10, 1176/10, 1146/11 și 1148/11, boabele sunt lipsite de antocian în partea centrală și inferioară, iar la MKP60, MKP61, 1247/11 și 1250/11 această caracteristică este puternic pronunțată. Deosebiri esențiale între linii se observă la talia plantei, culoarea și forma frunzelor, colorația antocianică a tecii frunzelor, prezența frunzelor rudimentare la pănuși, particularitățile

structurale ale paniculelor. În general, liniile noi posedă caracteristici similare corelate cu genitorul comun și sunt distanțate fenotipic de liniile din ciclul anterior de ameliorare.

Tabelul 2. Caracteristica liniilor după principalele caracteristici agronomice (media 2015–2016)

Cifra liniilor	Ritm de creștere, nota	Zile până la		Talia plantei, cm	Insertia știuletelui, cm	Rezistența la		Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %
		înflorit	mătăsit			frângere, nota	cădere, nota		
MKP60-mt	7,1	61,5	61,5	158,8	66,3	8,5	8,5	2,83	13,6
MKP61-mt	6,9	62,5	62,5	188,8	67,5	9,0	6,5	2,07	13,1
1174/10	7,0	59,8	60,0	170,0	68,8	9,0	9,0	2,52	14,5
1176/10	6,8	61,3	61,5	170,0	66,3	9,0	9,0	2,84	14,0
1146/11	6,8	58,5	59,0	151,3	70,0	8,0	6,5	2,55	13,0
1148/11	7,1	59,3	59,5	163,8	75,0	8,0	7,0	2,35	12,6
1247/11	6,8	58,3	62,0	155,5	52,0	9,0	8,0	2,57	14,4
1250/11	6,6	58,0	59,5	156,3	53,8	9,0	9,0	2,55	14,3

Datele experimentale redate în tabelul 2 confirmă prezența deosebirilor și după principalii indicatori agronomici. Liniile reciclate după perioada „răsărit–înfloritul paniculelor” sunt mai timpurii comparativ cu martorul MKP61 și doar 1176/10 se plasează la nivel cu MKP60 la indicatorul numărul de zile până la înflorit și apariția stigmatelor. În condițiile de secetă a solului și atmosferice din anii 2015–2016, la linia 1247/11 s-a observat un decalaj de până la 4 zile între înfloritul organelor reproductive. Talia plantei a avut valori mai apropiate de MKP61 la 1174/10 și 1176/10, care posedă tulpină trainică, cu rezistență înaltă la frângere și căderea radiculară. Pentru liniile extrase din genitorul STP19 x AN1246/05 este caracteristică inserția mai înaltă a știuletelui (70–75cm) și rezistența la cădere apropiată de cea a variantei martor MKP61. Genitorul MKP60 x AN1246/05 a transmis descendențelor 1247/11 și 1250/11 o inserție mai joasă a știuleților (52–53,8cm) și o talie medie a plantelor. Linia 1250/11 s-a evidențiat prin calitatea înaltă a tulpinii pe parcursul generațiilor de consangvinizare S_3 – S_7 , descendențele familiei respective manifestând rezistență totală la frângere și cădere radiculară a plantelor. Producția de boabe, realizată în condiții nefavorabile pentru cultura porumbului, cu mediile de 2,81 t/ha în 2015 și 2,26 t/ha în 2016, poate fi considerată ca satisfăcătoare pentru procesul de multiplicare a semințelor. Un conținut mai înalt de substanță uscată în boabe la recoltare s-a semnalat la liniile 1146/11 și 1148/11, cu o medie de 12,6–13,0% a umidității boabelor. Liniile cu participarea progenitorilor MKP60 și MKP61 au înregistrat valori mai înalte (14,0–14,5%) comparativ cu martorii. Rezultatele experimentale în perioada de studiu în culturi comparative de orientare nu au permis diferențierea materialului biologic studiat după toleranța la tăciunele comun (*Ustilago maydis*) și prăfos (*Sorosporium reilianum*), date fiind condițiile naturale nefavorabile pentru dezvoltarea patogenilor respectivi.

Cercetările efectuate în anii 2011–2014, referitoare la viabilitatea semințelor în condiții cu temperaturi suboptimale, au demonstrat germinație slabă la linia MKP60, comparativ cu MKP61. În experiențe de laborator la temperaturi controlate de 8–10°C, germinația medie a semințelor a constituit 38,3% la prima linie și 74,3% la a doua linie. Rezultate similare s-au obținut și în experiențele de câmp, unde diferențele au fost de 17% în prima epocă, 21,7% în epoca a doua și 25% în ultimul termen de semănat, în perioada 30 martie–20 aprilie, cu un interval de 10 zile. Datele experimentale din anii 2015–2016 constată toleranță înaltă la linia 1176/10, cu o germinație a semințelor de 88,5% – în condiții de laborator – și de 78,7% – media pentru 3 epoci de semănat în câmp, urmată de martorul MKP61, cu valori respective de 86,5% și 72,9%. La linia 1174/10, germinația semințelor în condiții de laborator și câmp a constituit 76,1%, comparativ cu 47,2% la linia MKP60. Toleranță medie la temperaturi suboptimale au manifestat 1148/11 și 1250/11, iar 1247/11 s-a dovedit a fi sensibilă la condițiile termice stresante.

În baza analogilor androsterili MKP60cmsM, MKP61cmsM și a liniei 1174/10 au fost sintetizate încrucișări înrudite pentru utilizare ca forme materne în hibrizi simpli modificați. Rezultatele evaluării acestora în culturi comparative de orientare, în anii 2015–2016, sunt redate în tabelul 3. La formele materne studiate, efectul de heterozis s-a manifestat prin apariția mai devreme a stigmatelor (2,1 zile), talia plantei (29,7 cm) și inserția știuletelui (12,5 cm) mai înalte, producția de boabe (1,49 t/ha) superioară

liniilor consangvinizate. Diferențele dintre media liniilor consangvinizate și a formelor materne *per se* au avut valori apropiate după ritmul de creștere a plantulelor în faza de 5–7 frunze și umiditatea boabelor. Producția de boabe, ca element important în sistemul de multiplicare a semințelor hibride, a variat în intervalul 3,73–4,80 t/ha. Prin urmare folosirea încrucișărilor înrudite ca forme materne ale hibrizilor sporește considerabil eficiența producerii de semințe comerciale. Cercetările au demonstrat majorarea masei a 1000 boabe în intervalul 255–302 g comparativ cu 176–232 g la liniile consangvinizate, fapt care permite obținerea unei cote mai înalte a semințelor încadrate în fracțiile numărul 2 și 3, admise pentru comercializare în Republica Belarus.

Tabelul 3. Rezultatele aprecierilor încrucișărilor înrudite *per se* ca forme materne (media pe 2015–2016)

Pedigreul	Ritm de creștere, nota	Zile până la mătăsît	Talia plantei, cm	Înserția știuletelui, cm	Producția de boabe, t/ha	Umiditatea boabelor, %	Indice DG, %
MKP60cmsM x MKP61-mt	6,9	59,8	198,8	70,0	3,82	12,7	48,3
MKP60cmsM x 1146/11	7,3	57,3	190,0	82,5	4,15	12,7	63,2
MKP60cmsM x 1148/11	6,9	58,5	190,0	78,8	3,93	12,8	52,6
MKP60cmsM x 1247/11	6,9	58,5	194,0	74,8	3,90	13,2	49,8
MKP60cmsM x 1250/11	7,0	58,8	182,5	76,3	4,18	12,6	58,0
MKP61cmsM x 1146/11	7,2	58,3	205,0	91,3	4,25	13,1	64,1
MKP61cmsM x 1148/11	7,2	57,5	206,3	97,5	3,94	12,8	51,8
MKP61cmsM x 1247/11	7,2	59,5	202,5	78,8	4,37	13,1	70,7
MKP61cmsM x 1250/11	7,3	58,0	197,5	76,3	4,80	12,6	84,8
1174/10 x 1146/11	6,9	58,0	191,3	75,0	3,86	13,8	52,4
1174/10 x 1148/11	7,0	58,0	192,5	73,0	3,78	13,7	46,6
1174/10 x 1247/11	7,1	59,0	188,8	72,5	3,73	14,1	47,0
1174/10 x 1250/11	7,3	59,3	186,8	69,8	3,82	14,1	47,4
1174/10 x MKP61	7,2	59,8	190,0	68,8	3,89	13,7	52,2
DL ₀₅	0,3	0,9	9,7	6,1	0,46	0,7	3,4

Valoarea indicelui diversității genetice a componentelor încrucișărilor atestă prezența unor legături de rudenie medie (DG=47,0–70,7%) la majoritatea mostrelor, cu excepția combinației MKP61cmsM x 1250/11, care a înregistrat legături genetice mai îndepărtate (DG=84,8%). Menționăm că la calcularea indicelui DG au fost utilizate valorile producției medii a setului de linii (P_{exp}) de 2,8 t/ha, în 2015, și 2,26 t/ha, în 2016. Nivelul maximal al producției (H_{max}) a fost determinat la martorul Bemo235, realizat în formula de încrucișări Reid Iodent x BSSS-B37, constituind 4,74 t/ha în 2015 și 5,68 t/ha în anul 2016.

În experiențele de laborator și de câmp efectuate în anul 2015, germinația medie a semințelor a variat de la 42,0% până la 70,5%. Rezistența joasă la temperaturi suboptimale au manifestat formele materne MKP61cmsM x 1146/11 – 42,0%, MKP60cmsM x MKP61 – 43,2%, MKP61cmsM x 1148/11 – 43,5 %, 1174/10 x 1250/11 – 46,5% și 1174/10 x 1247/11 – 47,2%. La patru forme materne, germinația semințelor a constituit circa 57%, iar toleranță mai înaltă s-a semnalat la MKP61cmsM x 1247/11 – 70,5%, MKP60cmsM x 1250/11 – 68,8% și MKP61cmsM x 1250/11 – 66,5%.

Importanța practică a formelor materne înrudite este determinată de valorile capacității generale și specifice de combinare după producția de boabe. Studiarea în culturi comparative de preconcurs a 24 de test-încrucișări, realizate cu 8 forme materne și 3 testerii (EF1, EF2, EF3) din grupa heterotică Euroflint, a evidențiat capacitatea de producție mai înaltă a hibrizilor MKP61cmsM x 1250/11 – 4,93 t/ha și MKP60cmsM x 1250/11 – 4,83 t/ha (tab. 4).

Cel mai înalt nivel de producție – 5,48 t/ha a fost realizat de hibridul (MKP60cmsM x 1250/11) x EF2. Rezultatele experimentale preliminare arată că formele materne cu linia 1174/10 asigură în hibrizi producții relativ mai joase și umiditate a boabelor mai ridicată. Notările vizuale privind uniformitatea hibrizilor simpli modificați au stabilit o variație fenotipică a caracteristicilor plantelor și știuleților destul de slabă, practic la nivel cu hibrizii simpli, la combinațiile realizate cu formele materne MKP60cmsM x 1250/11, MKP61cmsM x 1250/11 și 1174/10 x MKP61.

Analiza rezultatelor din experiențele de testare a hibrizilor, efectuate în anii 2014-2016, permit să constatăm valori ameliorative înalte la liniile 1174/10 și 1176/10 în combinații cu forme paterne din

Tabelul 4. Capacitatea de producție a formelor materne înrudite în test-încrucișări (anul 2016)

Pedigreul	Producția de boabe, t/ha				Umiditatea boabelor, %			
	EF1	EF2	EF3	Media	EF1	EF2	EF3	Media
MKP60cmsM x 1250/11	4,54	5,48	4,47	4,83	12,4	13,1	14,2	13,2
MKP61cmsM x 1146/11	4,49	4,80	4,72	4,67	13,2	12,6	12,4	12,7
MKP61cmsM x 1148/11	4,64	4,78	4,75	4,72	12,7	12,0	13,3	12,7
MKP61cmsM x 1250/11	4,55	5,20	5,04	4,93	12,7	12,4	13,0	12,7
1174/10 x 1148/11	4,36	4,65	4,34	4,45	13,4	13,2	14,2	13,6
1174/10 x 1247/11	4,34	4,84	4,85	4,68	14,6	12,9	17,3	14,9
1174/10 x 1250/11	4,30	4,87	4,62	4,60	13,7	13,3	14,3	13,8
1174/10 x MKP61	4,31	4,51	4,21	4,34	13,1	12,7	12,7	12,8

grupa de germoplasmă BSSS-B37. Din cadrul hibrizilor simpli modificați, realizați în modelul heterotic Reid Iodent x Euroflint, la producția de boabe și de masă vegetală pentru însilozare se evidențiază formele materne MKP60cmsM x 1250/11, MKP61cmsM x 1250/11, MKP61cmsM x 1148/11, 1174/10 x 1148/11 și 1174/10 x 1250/11. Menționăm faptul că linia 1250/1, în calitate de formă paternă transmite – atât încrucișărilor înrudite, cât și hibrizilor simpli modificați – rezistență mai bună la frângere și căderea radiculară a plantelor, inserție mai joasă a știuleților și variație slabă a caracteristicilor plantei comparativ cu 1148/11. Performanțe superioare martorilor Porumbeni176MRf (FAO180) și Bemo235 (FAO230), în culturi comparative de concurs și testări ecologice în Belarus, au înregistrat hibrizii P15182 și P15371 (tab. 5). În medie pe cinci experiențe, desfășurate în localitățile Pașcani (Moldova), Jodino și Crinicinai (Belarus), hibridul P15182 cu forma maternă MKP61cmsM x 1250/11 (MKP602) a depășit martorul grupei ultratimpurii cu 0,28 t/ha la producția de boabe. Hibridul P15371, creat cu participarea liniei 1176/10 (MKP601) în modelul heterotic [Reid Iodent x (BSSS-B37, OH43)], reprezintă o variantă modificată a martorului Bemo235. Acesta s-a evidențiat prin potențialul superior pentru utilizare la siloz și producția de boabe mai înaltă (surplus de 15,2%) în condițiile anului 2015, considerat ca nefavorabil pentru cultura porumbului în Belarus.

Tabelul 5. Precocitatea și productivitatea hibrizilor evidențiați în culturi comparative de concurs (media 2015-2016)

Nr. d/o	Indicii agronomici	P15182	% față de martor	P15371	% față de martor
1	Perioada „răsărit-mătașit”, zile	64,6	99,1	68,8	101,1
2	Producția de boabe, t/ha	5,69	105,3	6,24	101,9
3	Umiditatea boabelor, %	18,7	95,4	19,5	102,8
4	Producția masei pentru siloz, t/ha	240,8	94,3	305,7	110,2
5	Producția de substanță uscată, t/ha	115,3	98,5	132,4	129,9

Hibrizii respectivi se caracterizează prin rezistență înaltă la frângerea tulpinilor și căderea radiculară, toleranță la factorii abiotici stresanți și posedă adaptabilitate la diverse condiții de cultivare. Datorită acestor performanțe realizate în formulele de hibridare cu forme paterne ale martorilor omologați, acești hibrizi au fost propuși pentru testări oficiale de stat în anul 2017 în Republica Belarus.

Analiza integrală a datelor experimentale multianuale permite să concluzionăm că liniile consangvinizate din ciclu doi de ameliorare a precocității pot fi valorificate eficient în calitate de componenți paterni în încrucișări cu liniile comerciale înrudite MKP60cmsM și MKP61cmsM. Prin performanțe superioare se evidențiază 1250/11, iar linia 1176/10, datorită multiplelor caracteristici și însușiri agronomice valoroase, poate înlocui unele linii create anterior și folosite ca forme materne androsterile ale hibrizilor simpli de perspectivă, omologați în Belarus. Liniile consangvinizate studiate au fost incluse în material inițial pentru următorul ciclu de ameliorare, având ca donatori liniile de elită comerciale AS587/02, MK396, MKP63, precum și alte linii cu perioadă de vegetație mai tardivă (FAO 350-500) din grupa de germoplasmă Reid Iodent. Liniile consangvinizate noi, cu un anumit grad de rudenie genealogică, exprimat prin valorile indicelui DG, permit modificarea hibrizilor simpli performanți prin substituirea formei parentale slabe sau crearea hibrizilor simpli modificați. Rezultatele cercetărilor efectuate confirmă importanța practică a

combinațiilor hibride (A x A1) x B care, după productivitate, uniformitate și alte însușiri agronomice, concurează cu hibrizii simpli A x B. Eficiența economică a acestora în producerea semințelor certificate pentru export în Belarus nu se deosebește esențial de hibrizii triliniari, asigurând un echilibru benefic între valoarea agronomică și prețul de comercializare a semințelor.

CONCLUZII

1. Materialul inițial, creat prin încrucișări ale genitorilor cu germoplasmă de origine comună, prezintă surse eficiente pentru îmbunătățirea unor caracteristici și însușiri agronomice valoroase la liniile consangvinizate create în următorul ciclu de ameliorare.

2. Lucrările de selecție efectuate în direcția precocizării germoplasmei Reid Iodent la porumb s-au finalizat cu evidențierea a 6 linii consangvinizate, inclusiv 1250/11 și 1176/10, valorificate în formele maternelle a doi hibrizi timpurii, cu performanțe superioare maritorilor.

3. Formele maternelle, realizate în încrucișări ale liniilor consangvinizate cu un anumit grad de rudenie genetică, prezintă o modalitate de modificare a producerii semințelor certificate, păstrând productivitatea înaltă și uniformitatea plantelor specifică hibrizilor simpli.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. MIKEL, M.A., DUDLEY, J.W. (2006). Evolution of North American dent corn from public to proprietary germplasm. In: Crop Science, vol. 46, pp. 1193-1205. ISSN 0011-183X.

2. MUSTEAȚA, S., BOROZAN, P., BRUMA, S., RUSU, Gh. (2014). Sozdanie, oценка, klasifikasi i ispol'zovanie samoopylennykh linij skorospeloj kukuruzy. In: Institutul de Fitotehnie "Porumbeni" – 40 ani de activitate științifică: materialele conf. intern., Pașcani, 17 sept. Chișinău, pp. 70-98. ISBN 978-9975-56-177-8.

3. MUSTEAȚA, S., BRUMA, S., RUSU, Gh. (2012). Differenciaciâ sestrenskih i rodstvenyh linij kukuruzy različnymi metodami. In: Selekcîa, semenovodstvo, tehnologiâ vozdeľvaniâ kukuruzy. Pâtigorsk: VNII Kukuruzy, pp. 86-101.

4. MUSTEAȚA, S., RUSU, Gh., BOROZAN, P., BRUMA, S. (2013). Studiarea încrucișărilor înrudite ca forme maternelle ale hibrizilor de porumb timpuriu. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 39: Agronomie și ecologie, pp. 33-37. ISBN 978-9975-64-250-7.

5. SARCA, T. (2004). Ameliorarea porumbului. In: Porumbul: studiu monografic. București: Ed. Academiei Române. Vol. 1, pp. 363-462. ISBN 973-2710-55-1.

6. TROYER, A.F. (2000). Temperate corn-background, behavior and breeding. In: Specialty Corn, second edition, USA: CRC Press, pp. 393-466. DOI: 10.1201/9781420038569.ch14

Data prezentării articolului: 24.02.2017

Data acceptării articolului: 27.03.2017

УДК 633.11: 631.5: 631.67 (477.72)

УРОЖАЙНОСТЬ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ, ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И ФОНА ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ УКРАИНЫ

Валентина ГАМАЮНОВА, Андрей ЛИТОВЧЕНКО
Николаевский национальный аграрный университет, Украина

Abstract. The article presents the results of research on five winter wheat varieties (Albatross Odesskiy (st), Selyanka, Kuyalnik, Victoria Odesskaya, Ermak) conducted on southern chernozem soil during four years with different weather conditions over the growing season. The studies were performed in a crop rotation and the winter wheat was cultivated after three predecessors: 1) black fallow, 2) maize for silage and 3) winter wheat. Winter wheat varieties were sown on two backgrounds - natural background of the predecessor (without fertilizers) and with mineral fertilizer application before sowing and as top dressing. Data are presented on the yield of winter wheat depending on predecessor, fertilizing background, biological characteristics of the variety and weather conditions prevailing during the cultivation years. The influence of the studied factors on the total water consumption and the coefficient of water consumption by wheat varieties was determined. It was established that in the Steppe of Ukraine, the highest grain yield is obtained after black fallow. The yield is also quite high after maize and winter wheat, especially in the years of favorable moisture supply and also when optimizing plant nutrition. The reserves of soil moisture and precipitation during the growing season are also effectively used when winter wheat is sown after fallow and with a significant advantage when optimizing the nutrition background of the plants and using the most productive varieties for the area. The introduction of the developed technological elements and the choice of productive varieties mostly adapted to the area conditions will significantly increase the gross grain harvest of winter wheat.

Key words: Winter wheat; Variety; Predecessor; Grain yield; Total water consumption; Water consumption coefficient.

Реферат. В статье изложены результаты исследований с пятью сортами пшеницы озимой (Альбатрос одесский (st), Селянка, Куяльник, Виктория одесская, Ермак), проведенных на черноземе южном в течение четырех лет, отличающихся по погодным условиям вегетационного периода. Исследования выполнены в севообороте, пшеницу озимую возделывали после трех предшественников: 1) черного пара, 2) кукурузы на силос и 3) пшеницы озимой. Высевали сорта пшеницы озимой по двум фонам – естественному фону предшественника (без удобрения) и с применением минеральных удобрений до сева и в подкормки. Приведены данные по урожайности зерна в зависимости от предшественника, фона питания, биологических особенностей сорта и погодных условий, складывающихся в годы выращивания. Определено влияние исследуемых факторов на суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления сортами пшеницы озимой. Установлено, что в условиях Степи Украины наиболее высокая урожайность зерна формируется после черного пара. Однако достаточно высокая урожайность наблюдается и при возделывании после кукурузы и пшеницы озимой, особенно в благоприятные по увлажнению годы, а также при оптимизации питания растений. Запасы почвенной влаги и осадков вегетационного периода эффективно используются также при размещении пшеницы озимой по пару, причем со значительным преимуществом оптимизации фона питания растений и использования наиболее продуктивных для зоны сортов. Внедрение разработанных элементов технологии с подбором продуктивных адаптированных к условиям зоны сортов позволит существенно увеличить валовые сборы зерна пшеницы озимой.

Ключевые слова: Пшеница озимая; Сорт; Предшественник; Урожайность зерна; Суммарное водопотребление; Коэффициент водопотребления.

ВВЕДЕНИЕ

В Украине пшеница озимая является основной зерновой культурой, способной обеспечить получение стабильного уровня урожайности, валовых сборов зерна высокого качества и национальную продовольственную безопасность государства. Степная зона, в частности, является главным производителем зерна этой ценной культуры и известна как «житница» в получении сильных и ценных пшениц и других зерновых.

В связи с этим разработка и совершенствование эколого-безопасных и ресурсосберегающих технологических приемов выращивания озимой пшеницы является исключительно актуальной задачей земледельческой отрасли. Данный вопрос приобретает особую значимость и в связи с изменением климата, плодородия почв, условий хозяйствования и т.д. (Посібник українського хлібороба 2010).

Успешность ведения земледельческой отрасли в засушливых условиях южной зоны Степи Украины зависит от физического состояния почв, их способности накапливать и удерживать влагу, что, в свою очередь, будет способствовать эффективному ее использованию растениями в формировании урожая. В последние десятилетия в Украине подавляющее большинство полей существующего землепользования практически не получает органических удобрений, что привело к уплотнению и обеднению почв гумусом, макро- и микроэлементами, ухудшению её физического состояния. При таких условиях первостепенное значение в поддержании и улучшении почвенного плодородия в направлении обогащения органическим веществом и влагой, приобретает обоснованное чередование сельскохозяйственных культур в севообороте, в частности, увеличение доли бобовых культур, которые обеспечивают пополнение почвы как органическими остатками, так и биологическим азотом (Сайка, В.Ф., Бойка, П.І. 2002; Шерстобаев, О.В. и др. 2003; Годулян, И.С. 1974; Конопльова, Є.Л. 2012).

Многими учеными, независимо от почвенно-климатических условий в годы проведения исследований, обосновано, что зона Степи Украины является основным регионом выращивания продовольственного зерна. Исследователями установлена необходимость усовершенствования элементов технологии, позволяющих повысить урожайность и улучшить качество зерна. Важная роль при этом отводится минеральному питанию растений (в зоне Степи в первом минимуме находится азотное), т. е. преимущество следует отдавать азотным удобрениям (Созинов, А.А. 1985; Ленточкин, А.М. и др. 2002).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в течение 2007–2010 гг. в Николаевском институте АПВ и в 2014–2015 гг. в учебно-научно-практическом центре Николаевского НАУ с сортами пшеницы Альбатрос одесский (st), Селянка, Куяльник, Виктория одесская, Ермак. Почва участка представлена черноземом южным тяжелосуглинистым. В слое почвы 0–30 см содержится гумуса (по Тюрину) – 2,9–3,2%, легкогидролизованного азота – 65, нитратов (по Грандваль-Ляжу) – 22–27 мг/кг, подвижного фосфора (по Мачигину) – 37–40 мг/кг, обменного калия (на пламенном фотометре) – 330–340 мг/кг, рН–6,8–7,2.

Повторность опыта трехкратная, площадь посевной делянки 80 м², учетной – 36 м².

Агротехника выращивания была общепринятой для зоны южной Степи Украины, кроме факторов, взятых на изучение.

Исследуемые сорта пшеницы озимой размещали по трем предшественникам: черному пару, кукурузе на силос и стерневым – пшенице озимой. Выращивали их по природному фону предшественника без удобрений и по фону применения N₃₀P₃₀ до сева с проведением подкормки азотом весной в дозе N₃₀ (аммиачной селитрой) в фазу выхода растений в трубку, а для улучшения качества зерна еще и карбамидом N₃₀ в фазу колошения.

Погодные условия в годы исследований отличались. По температурному режиму они были типичными для южной зоны Степи Украины. Существенной оказалась разница в обеспеченности влагой растений пшеницы озимой в течение вегетационного периода.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проведенными исследованиями установлено, что урожайность зерна пшеницы озимой зависит как от факторов выращивания, так и от погодных условий и биологических особенностей сортов (табл. 1).

Независимо от сорта и сложившихся условий в годы возделывания урожайность зерна пшеницы озимой возрастает при оптимизации питания растений. Так, по природному фону по пару в среднем по сортам за 4 года сформировано 4,18 т/га зерна, а при внесении минеральных удобрений – 5,51 т/га. При выращивании сортов пшеницы озимой после кукурузы на силос указанные показатели составили соответственно 3,01 и 4,44 т/га, а после пшеницы озимой 3,08 и 4,47 т/га. Полученные данные свидетельствуют о высокой продуктивности культуры по паровому предшественнику, а при размещении ее после кукурузы и пшеницы урожайность формируется ниже и практически одинаковых уровнях по этим предшественникам.

Урожайность несколько отличалась в зависимости от сортовых особенностей и условий, сложившихся в годы исследований. Максимальной она сформировалась в благоприятном по увлажнению 2015 году, практически такого же уровня ее достигли и в 2008 г., самую низкую урожайность зерна получили в 2010 г., в котором выпало достаточное количество осадков, но он отличался наиболее неблагоприятными условиями перезимовки для растений.

Таблица 1. Урожайность зерна сортов пшеницы озимой в зависимости от предшественника, фона питания и погодных условий в годы исследований, т/га

Предшест- венник (фактор А)	Сорт (фактор В)	Фон питания (фактор С)											
		экстенсивный фон						$N_{30}P_{30} + N_{30} + N_{30}$					
		годы исследований			среднее	2015 г.	среднее за 4 года	годы исследований			среднее	2015 г.	среднее за 4 года
		2008	2009	2010				2008	2009	2010			
Черный пар (контроль)	Альбатросод (st)	4,33	3,03	2,12	3,16	4,54	3,51	4,84	4,48	3,61	4,31	5,41	4,59
	Куяльник	5,88	3,53	3,20	4,18	6,10	4,66	6,16	5,51	5,22	5,63	7,29	6,04
	Виктория одесская	5,55	3,37	3,09	4,00	5,86	4,47	5,72	5,16	4,95	5,27	7,12	5,73
	Селянка	5,08	3,10	3,12	3,77	5,39	4,18	5,33	5,13	5,07	5,18	6,98	5,63
	Ермак	4,97	3,36	2,82	3,72	5,27	4,11	5,48	4,99	5,05	5,15	6,55	5,50
Кукуруза на силос	Альбатросод (st)	3,80	1,62	1,34	2,25	3,97	2,68	4,28	3,52	2,78	3,53	5,70	4,07
	Куяльник	4,89	1,88	1,51	2,76	5,20	3,37	5,57	4,07	3,05	4,23	6,28	4,74
	Виктория одесская	4,53	1,94	1,38	2,02	5,13	3,25	5,27	4,09	3,17	4,18	6,03	4,64
	Селянка	4,10	1,75	1,31	2,39	4,60	2,94	4,87	3,76	3,11	3,91	5,95	4,42
	Ермак	4,01	1,66	1,34	2,34	4,21	2,81	4,57	3,72	3,09	3,79	5,90	4,32
Пшеница озимая	Альбатросод (st)	3,94	1,75	1,08	2,26	3,97	2,69	4,38	3,56	2,86	3,60	5,58	4,12
	Куяльник	5,12	2,14	1,25	2,84	5,22	3,44	5,63	3,58	3,28	4,16	6,28	4,69
	Виктория одесская	4,89	1,93	1,15	2,66	5,04	3,26	5,29	4,32	3,16	4,26	6,05	4,71
	Селянка	4,59	1,77	1,14	2,50	4,65	3,04	4,99	3,81	3,02	3,94	5,92	4,43
	Ермак	4,46	1,78	1,28	2,51	4,48	3,00	5,11	3,75	3,13	4,00	5,68	4,42
НСР ₀₅ , по фактору А		0,17	0,23	0,19	0,14								
по фактору В		0,21	0,16	0,15	0,19								
по фактору С		0,27	0,30	0,32	0,31								
по факторам АВ		0,22	0,21	0,17	0,34								
по факторам АС		0,31	0,34	0,36	0,34								
по факторам ВС		0,33	0,29	0,32	0,21								
по факторам АВС		0,35	0,32	0,37	0,29								

При возделывании сельскохозяйственных культур в степной зоне Украины, в том числе и зерновых, необходимо не только направлять мероприятия на накопление и сохранение влаги, но и на эффективное ее расходование растениями в течение вегетации для формирования устойчивой продуктивности. Зависит это от многих факторов, которые мы уже отметили. Учитывая важность этого, мы определили суммарное водопотребление, его баланс и эффективность использования влаги растениями пшеницы озимой в зависимости от элементов технологии. Нами определено, что самым высоким суммарное водопотребление было в 2008 и 2010 гг. в которых оно превышало 5000 м³/га, а наименьшим - в 2009 г. (табл. 2).

Установлено, что наибольшее количество влаги накапливается в почве черного пара независимо от условий года выращивания пшеницы озимой. По кукурузе на силос и пшенице озимой на период сева озимых ее содержалось меньше и практически одинаковое количество с незначительным преимуществом кукурузы, которую собирают позже и она лучше затеняет почву, частично предотвращает испарение влаги.

В балансе суммарного водопотребления во все годы исследований значительно большая доля принадлежала осадкам, на почвенную влагу приходится незначительный процент и

Таблица 2. Суммарное водопотребление пшеницы озимой и его баланс в годы исследований в зависимости от предшественника (слой почвы 0-100 см)

Предшественник	Суммарное водопотребление, м³/га	Почвенная влага		Осадки вегетационного периода	
		м³/га	%	м³/га	%
2008 г.					
Черный пар	5375	903	16,8	4472	83,2
Кукуруза на силос	5249	777	14,8	4472	85,2
Пшеница озимая	5236	764	14,6	4472	85,4
2009 г.					
Черный пар	4328	1228	28,4	3100	71,6
Кукуруза на силос	4089	989	24,2	3100	75,8
Пшеница озимая	4072	972	23,9	3100	76,1
2010 г.					
Черный пар	5510	1210	22,0	4300	78,0
Кукуруза на силос	5195	895	17,2	4300	82,8
Пшеница озимая	5178	878	17,0	4300	83,0
2015 г.					
Черный пар	4867	1033	21,2	3834	78,8
Кукуруза на силос	4729	895	18,9	3834	81,1
Пшеница озимая	4724	890	18,8	3834	81,2

наименьшим – на уровне 14,6–16,8% в зависимости от предшественника, он был в благоприятном по увлажнению 2008 году.

Однако гораздо важнее определить эффективность использования влаги растениями на формирование единицы урожая. Полученные нами данные свидетельствуют, что коэффициент водопотребления существенно отличался в зависимости от года исследований, предшественника, фона питания и сорта. Установлено, что наибольшим этот показатель оказался в 2010 году, который характеризовался значительным количеством осадков и относительно низким уровнем урожайности зерна, из-за чего водопотребление в два раза и более было выше, чем в другие годы выращивания пшеницы озимой (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициент водопотребления сортов пшеницы озимой в зависимости от предшественника, фона питания *) и условий года выращивания, м³/т

Предшест- венник	Сорт	2008г.		2009 г.		2010 г.		2015 г.	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Черный пар (контроль)	Альбатрос од. (st)	1241,3	1110,5	1428,4	966,1	2599,1	1526,3	1072	900
	Куяльник	914,1	872,6	1226,1	785,5	1721,9	1055,6	798	668
	Виктория одесская	968,5	939,7	1284,3	838,8	1783,2	1113,1	831	684
	Селянка	1058,1	1008,4	1396,1	843,7	1766,0	1086,8	903	697
	Ермак	1081,5	980,8	1288,1	877,9	1953,9	1091,1	924	743
Кукуруза на силос	Альбатрос од. (st)	1381,3	1226,4	2524,1	1161,6	3876,9	1868,7	1191	830
	Куяльник	1073,4	942,4	2175,0	1004,7	3440,4	1703,3	909	753
	Виктория одесская	1158,7	996,0	2107,7	999,8	3764,5	1638,8	922	784
	Селянка	1280,2	1077,8	2336,6	1087,5	3965,6	1670,4	1028	795
	Ермак	1309,0	1148,6	2463,2	1099,2	3764,5	1681,2	1124	802
Пшеница зимая	Альбатрос од. (st)	1328,9	1195,4	2326,9	1143,8	4794,4	1810,5	1190	847
	Куяльник	1022,7	930,0	1902,8	1137,4	4142,4	1578,7	906	752
	Виктория одесская	1070,8	989,8	2109,8	942,6	4502,6	1638,6	937	781
	Селянка	1140,7	1049,3	2300,6	1068,8	4542,1	1714,6	1016	798
	Ермак	1174,0	1024,7	2287,6	1085,9	4045,3	1654,3	1054	832

Примечания*) : 1 – по природному фону предшественника; 2 – по фону внесения удобрений

Таким образом, если при возделывании пшеницы озимой по пару, например, в 2009 году в среднем по сортам на формирование 1 т зерна с соответствующим количеством соломы потреблялось 1324,6

м³ воды, то по кукурузе на силос – 2321,3, а по пшенице озимой – 2185 м³. В том же случае, когда после указанных предшественников внесли минеральные удобрения согласно схеме опыта, коэффициент водопотребления существенно снизился и составил соответственно: 862,4; 1071,6 и 1075,7 м³/т. Следует отметить, что в отношении как уровня продуктивности, так и потребления влаги посевом растений пшеницы озимой, существенной разницы при размещении этой культуры после кукурузы на силос и после стерневого предшественника не установлено.

В разрезе исследуемых нами сортов, высокими коэффициенты водопотребления были у пшеницы озимой стандарта Альбатрос одесский по сравнению с другими сортами.

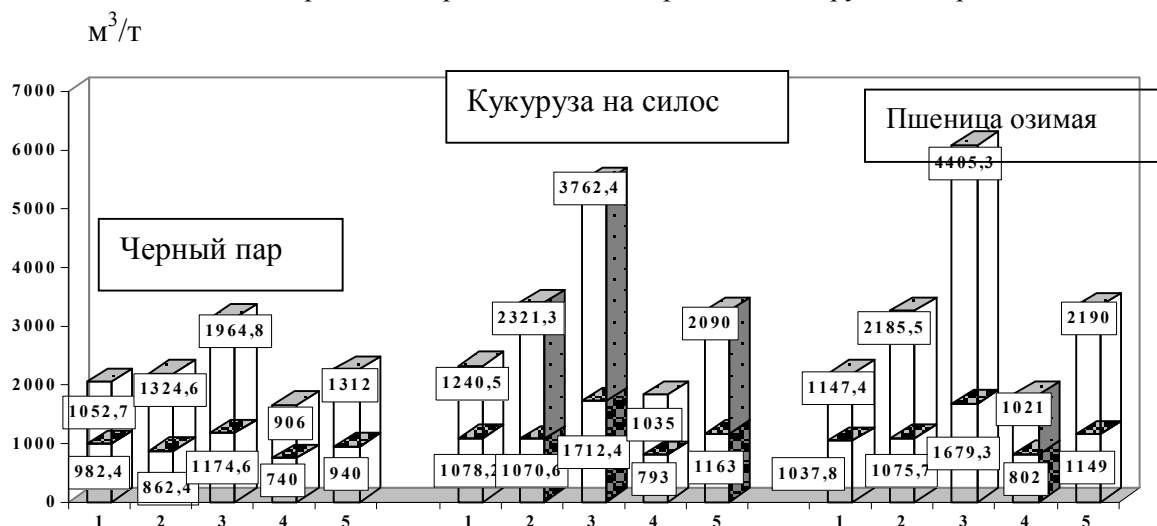


Рисунок 1. Коэффициент водопотребления пшеницы озимой в зависимости от предшественника, фона питания и условий в годы возделывания (в среднем по сортам), м³/т

▣ по фону удобрения □ по фону предшественника

ВЫВОДЫ

При возделывании пшеницы озимой на черноземе южном в условиях Степи Украины урожайность зерна наиболее высокой формируется после черного пара, однако достаточно высокой и особенно в благоприятные по увлажнению годы, а также при оптимизации питания растений при возделывании и после кукурузы, и стерневых предшественников. Запасы почвенной влаги и осадков вегетационного периода эффективно используются также при размещении пшеницы озимой по пару, причем со значительным преимуществом оптимизации фона питания растений и использовании наиболее продуктивных для зоны сортов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОДУЛЯН, И.С. (1974). Озимая пшеница в севооборотах. Днепропетровск: Промінь. 176 с.
- КОНОПЛЬОВА, Є.Л. (2012). Ефективність заходів підвищення урожайності та якості зерна пшениці озимої по попереднику чорний пар в північному Степу України. В: Бюл. Інституту сільського господарства Степової зони НААН України, № 3, с. 99-103.
- ЛЕНТОЧКИН, А.М., ЖИРНЫХ, С.С., КУРЫЛЕВА С.Г. (2002). Роль внекорневых азотных подкормок в повышении качества зерна пшеницы. В: Зерновое хозяйство, № 7, с. 26.
- Посібник українського хлібороба (2010): Рекомендації з посіву озимих культур під урожай 2011 року в контексті кліматичних змін (Крим, Степ, Лісостеп, Полісся). В: Науково-виробничий щорічник, вип. № 2. 162 с.
- САЙКА, В.Ф., БОЙКА, П.І., ред. (2002). Сівозміни у землеробстві України. Київ: Аграрна наука. 428 с.
- СОЗИНОВ, А.А. (1985). Проблема качества зерна при интенсивном земледелии. В: Вестник с.-х. науки, № 1(340), с. 55-59.
- ШЕРСТОБАЄВ, О.В., ЧАБАНЮК, Я.В., ГАРМАШОВ, В.В. (2003). Вплив попередників на врожайність пшениці озимої та інтродукцію діазотрофів. В: Вісник аграрної науки, № 11, с. 33-35.

Data prezentării articolului: 10.02.2017

Data acceptării articolului: 28.03.2017

CZU 634.23:631.5 (478)

EFECTUL SISTEMULUI DE FORMARE A COROANEI LA CIREȘ ASUPRA INTRĂRII POMILOR PE ROD, PRODUCTIVITĂȚII ȘI CALITĂȚII FRUCTELOR

*Igor IVANOV, Valerian BALAN**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

Abstract. The research studies were carried out in the intensive sweet cherry orchard, planted in 2010 with Ferrovía, Adriana and Skeena varieties, grafted on Gisela 6, at distances of 4x2 m and trained as: 1) improved slender spindle, 2) naturally improved low volume crown and 3) retarded flattened vase-like crown. The yield, diameter, firmness, dry matter content and fruit weight were determined. The trees started to bear fruits in the 4th year after the budding. The harvest in the second year of fructification was compromised by the late spring colds. The average yield in the third year of fructification was about 12375-15583 kg/ha, depending on the variety and crown training system. The improved slender spindle crown had the highest yield per hectare, while the retarded flattened vase-like crown had the lowest yield, but it recorded the highest values of fruit size (25.7-28.1 mm) and soluble dry matter in fruits (16.9-18.6 Brix%). The varieties had a uniformity of over 80% fruits of the same size category. Adriana variety formed 85.4% fruits with a diameter ranging from 22 to 26 mm, Ferrovía variety - 82.5% fruits of 24-28 mm and Skeena variety - 80% fruits ranging from 24 to 28 mm. Although the results are preliminary, it could be noted that low volume crown systems combined with early vegetative rootstocks can produce high yields of excellent quality fruits in the first 3 years of fructification.

Key words: Sweet cherry; Variety; Crown training; Yield; Fruit; Mass; Diameter; Dry matter.

Rezumat. Cercetările au fost efectuate în livada intensivă de cireș, plantată în anul 2010 cu soiurile Ferrovía, Adriana și Skeena, altoite pe Gisela 6, la distanțe de 4x2 m și conduse sub formă de: 1) fus subțire ameliorat, 2) coroană natural ameliorată cu volum redus și 3) vas întârziat aplatizat. S-a determinat recolta, diametrul, fermitatea, conținutul de substanțe uscate și masa fructelor. Pomii au format prima recoltă în anul 4 după oculare. Recolta în anul doi de fructificare a fost compromisă de frigurile târzii de primăvară. Recolta medie în anul trei de fructificare este în jur de 12375-15583 kg/ha, în funcție de soi și sistemul de formare a coroanei. Coroana fus subțire ameliorat a avut cea mai mare producție la hectar, în timp ce coroana vasul întârziat aplatizat a avut cel mai mic randament, dar a avut cele mai mari valori ale mărimii fructului (25,7-28,1 mm) și substanței uscate solubile în fructe (16,9-18,6 Brix%). Soiurile s-au remarcat prin o uniformitate de peste 80% de fructe de aceeași categorie de mărime. Soiul Adriana a format 85,4% de fructe cu diametrul între 22-26 mm, soiul Ferrovía - 82,5% de fructe între 24-28 mm și soiul Skeena - 80% de fructe între 24-28 mm. Deși rezultatele sunt preliminare, se pare că sistemele de formare a coroanei cu volum redus, combinate cu portaltoai vegetative precoce pot da randamente mari de fructe de calitate excelentă în primii 3 ani de fructificare.

Cuvinte-cheie: Cireș; Soi; Formarea coroanei; Recoltă; Fruct; Masă; Diametru; Materie uscată.

INTRODUCERE

Sistemele de conducere a pomilor de cireș trebuie să prevadă simplitate în procesul de formare și întreținere a coroanei, în sistemul de tăiere și reînnoire a ramurilor de semischelet, de recolte timpurii înalte. Indiferent de sistemul de conducere a coroanei, tăierile de formare sunt extrem de importante pentru pomii de cireș, pentru că ele asigură formarea coroanei aerisite și echilibrate în plan vertical și lateral și reducerea înălțimii finale a pomilor în corespundere cu sistemul de cultură (Claverie, J., Lauri, P.E. 2005; Balan, V. 2015a). Pentru cultura cireșului este important să se aplice un sistem de cultură adecvat formării ramurilor de semischelet preponderent verticale, ceea ce oferă posibilitatea de a culege fructele de la sol, cu mâna, astfel obținându-se fructe de calitate superioară (Long, Lynn E. et al. 2014; Asănică, A. 2012).

Evident, soluționarea acestor probleme depinde, în mare măsură, de forma coroanei (ax structurat, Vogel, fus subțire, KGB, cupă ș. a.), asociată cu distanțe de plantare mici (4–5 x 2–3 m) și portaltoai vegetative (Edabriz, Gisela 5, Gisela 6, Maxima 14 și a), care dețin un rol determinant în asigurarea utilizării eficiente a energiei solare, a nivelului producției de fructe, a productivității la lucrările manuale de mare volum (recoltare, tăieri), dar și la lucrările tehnologice mecanizate etc. (Long, Lynn E. et al. 2014; Balan, V. 2015b).

Utilizarea portaltoaielor de vigoare mică și medie a schimbat obiectivele de tăiere și de formare a pomilor de cireș. În Republica Moldova s-a început plantarea livezilor intensive de cireș, care utilizează portaltoai de vigoare mică și forme de coroane libere cu volum redus, care permit a valorifica la

maximum lucrul manual la tăierea pomilor și recoltarea fructelor (Cimpoieș, Gh. 2001; Balan, V. 2012). Argumentarea practică și perfecționarea utilizării formelor de coroană cu volum redus în vederea obținerii producției de fructe competitive pe piață, precum și în vederea utilizării eficiente a forței de muncă, devine un deziderat semnificativ pentru livezile moderne.

MATERIAL ȘI METODĂ

Experiențele de câmp au fost amplasate în cadrul SRL „Procar” din satul Negureni, raionul Telenești. Din punct de vedere geografic și ecologic, acest amplasament este potrivit pentru cultura cireșului. Au fost studiate, sub aspectul formării și dezvoltării pomilor, soiurile de cireș Ferrovیا, Adriana și Skeena – noi în Republica Moldova, dar răspândite pe larg în țările Comunității Europene. Livada a fost plantată în anul 2010, cu portaltoaie vegetative de Gisela 6 (*Cerasus vulgaris* x *Prunus canescens*), altoite la distanța de plantare 4 x 2 m. Pomii sunt formați după sistemele „coroană natural ameliorată cu volum redus”, „fus subțire ameliorat” și „vas întârziat aplatizat”. Formarea coroanei a avut drept obiectiv optimizarea raportului dintre creșterea organelor vegetative și reproductive în scopul urgentării intrării pomilor pe rod.

Experiența include patru repetiții a câte opt pomi fiecare. Măsurările s-au executat în condiții de câmp și de laborator, în conformitate cu metodele de cercetare aprobate în pomicultură și descrise de Valerian Balan (2001).

Au fost studiate caracteristicile fizice, chimice și tehnologice ale fructului de cireș în perioada de recoltare. Diametrul și masa fructelor s-au identificat cu ajutorul șablonului prevăzut cu orificii de diametrul 26, 28, 30, 32, 34 și 36 mm, corespunzătoare masei de 8,5; 10; 11,5; 13; 14,5 și 16 g. Conținutul de substanță uscată solubilă s-a determinat în livadă prin folosirea refractometrului portabil ATAGO N-20E, ce exprimă valori în Brix %. Fermitatea fructului s-a măsurat cu ajutorul dendrometrului AGROSTA 100, produs de firma Firm Tech, cu indicele de măsurare mai sus de 250 g/mm², indicat pentru fructele de cireș (Long, Lynn E. et al. 2014).

Stabilirea recoltei pentru fiecare soi s-a efectuat individual, prin cântărirea fructelor de pe cei 32 de pomi din variantă. Masa medie a fructelor s-a stabilit prin cântărirea și numărarea lor (a unei probe de 1 kg de cireșe) în fiecare variantă.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru a moderniza cultura cireșului, în Republica Moldova se utilizează portaltoaie vegetative și forme de coroană fusiforme, implementate în baza experienței altor state (Babuc, V. 2012).

Soiurile de cireș Ferrovیا, Adriana și Skeena, altoite pe Gisela 6, au intrat pe rod în anul patru din momentul oculării. Recolta a înregistrat valori medii de 708,3 kg/ha la soiul Adriana, 1312,3 kg/ha la soiul Ferrovیا și 500 kg/ha la soiul Skeena (tab. 1).

În anul doi de fructificare, pomii au fost parțial atacați de frigurile târzii de primăvară, temperatura aerului în fenofaza dez muguririi mugurilor floralii fiind de -6⁰ – -7⁰C, ceea ce a cauzat degerarea mugurilor situați pe ramuri multianuale. Menționăm că recolta s-a format, prioritar, din muguri amplasați pe ramuri anuale. Soiurile luate în studiu au înregistrat valori medii de la 4208,3 kg/ha (soiul Skeena) până la 5000 kg/ha (soiul Ferrovیا). În ceea ce privește efectul sistemelor de formare a coroanei asupra recoltei de fructe, datele din tabelul 1 situează pe primul loc tipul „fus subțire ameliorat”, cu 4500 kg/ha la soiul Adriana, 5125 kg/ha la soiul Ferrovیا și 4375 kg/ha la soiul Skeena, cu diferențe nesemnificative față de celelalte două sisteme de formare a coroanei.

În anul trei de fructificare, cea mai ridicată producție medie de fructe s-a înregistrat la soiul Skeena (15583,3 kg/ha), urmat de soiurile Ferrovیا (14250 kg/ha) și Adriana (12375 kg/ha). La diferențe mici, dar semnificative, se situează soiurile Ferrovیا și Skeena atât la forma de coroană „fus subțire ameliorat”, cât și la cea în sistemul „coroană natural ameliorată cu volum redus”.

Cele mai scăzute producții de fructe la toate soiurile au fost obținute în sistemul „vas întârziat aplatizat”, cu precădere la soiul Skeena, la care recolta (14750 kg/ha) a fost semnificativ inferioară restului variantelor experimentale testate. Efectul sistemului de formare a coroanei asupra recoltei este mai evident la tipurile „fus subțire ameliorat” și „coroana natural ameliorată cu volum redus”, comparativ cu „vas întârziat aplatizat”, cu diferențe semnificative la toate soiurile luate în studiu.

Tabelul 1. Producția de fructe de cireș în funcție de soi și de sistemul de formare a coroanei, kg /ha

Sistemul de formare a coroanei	Anii			Media (2013-2015)
	2013	2014	2015	
Soiul Adriana				
Coroană natural ameliorată cu volum redus	625	4375	11875	5625
Fus subțire ameliorat	875	4500	13000	6125
Vas întârziat aplatizat	625	4000	12250	5625
Media	708,3	4291,6	12375	5791,7
Soiul Ferrovio				
Coroană natural ameliorată cu volum redus	1125	4875	13250	6416,7
Fus subțire ameliorat	1250	5125	15375	7250
Vas întârziat aplatizat	1562	5000	14125	6895,7
Media	1312,3	5000	14250	6854,1
Soiul Skeena				
Coroană natural ameliorată cu volum redus	625	4250	16000	6958,3
Fus subțire ameliorat	375	4375	16000	6916,7
Vas întârziat aplatizat	500	4000	14750	6416,7
Media	500	4208,3	15583,3	6763,7
DL 5%		435,2	971,8	

De remarcat că diferențele determinate de sistemul de formare a coroanei utilizat sunt semnificative, ceea ce demonstrează importanța formelor coroanei pentru producerea unor fructe cu calitate comercială ridicată.

Mărimea și uniformitatea fructelor sunt elemente importante în cazul comercializării cireșelor pentru consum în stare proaspătă (Grădinăriu, G. 2002; Ivanov, I. 2015). Diametrul ecuatorial al fructului la soiurile studiate a fost influențat atât de sistemul de formare a coroanei, cât și de particularitățile biologice ale fiecărui soi (tab. 2). Fructele soiurilor Adriana, Ferrovio și Skeena au înregistrat valori medii cuprinse între 24,9 și 28,1 mm ale diametrului ecuatorial, diferențele fiind semnificative. Soiurile cu maturare medie Ferrovio și Skeena au înregistrat cele mai ridicate valori ale mărimii fructului.

La sistemul de formare a coroanei „vas întârziat aplatizat” s-au înregistrat cele mai ridicate valori ale mărimii fructului (25,7-28,1 mm), comparativ cu „coroană natural ameliorată cu volum redus” (24,9-26,2 mm) și „fus subțire ameliorat” (24,8–26,4 mm). Soiurile de cireș studiate au înregistrat o uniformitate de peste 80% la indicii fructe de aceeași categorie de mărime. Soiul Adriana a format 85,4% fructe cu diametrul de 22-26 mm, soiul Ferrovio – 82,5% fructe cu diametrul de 24-28 mm și soiul Skeena – 80% fructe cu diametrul de 24-28 mm (Ivanov, I. et al. 2015).

Masa fructului este o altă caracteristică influențată de sistemul de formare a coroanei și de particularitățile biologice ale fiecărui soi. La acest indice s-a remarcat soiul Skeena, cu valoarea medie a masei fructului de 8,76 g, urmat de soiul Ferrovio (8,70 g), la o diferență semnificativă față de soiul Adriana (8,21 g), dar cu diferențe nesemnificative între ele.

Substanța uscată solubilă în fructe a demonstrat valori diferite la soiurile luate în studiu, fiind înregistrate medii cuprinse între 16,7 Brix% (soiul Adriana) și 18,2 Brix% (soiul Skeena), asigurate statistic semnificativ între ele, spre deosebire de soiul Ferrovio, care a înregistrat o valoare medie neasigurată semnificativ (17,5 Brix%). Sistemul de formare „vas întârziat aplatizat” se evidențiază printr-o creștere cu 5% a substanței uscate solubile în fructe, dar nu este distinct semnificativ.

Soiul Adriana a înregistrat cele mai reduse valori medii ale nivelului de aciditate titrabilă –0,67 g acid malic/100 g fruct proaspăt, iar soiul Skeena a înregistrat cel mai ridicat nivel – 0,87 g acid malic/100 g fruct proaspăt.

Raportul dintre conținutul de substanță uscată solubilă și aciditatea titrabilă a înregistrat valori cuprinse între 24,9 la soiul Adriana, 23,0 la soiul Ferrovio și 20,9 la soiul Skeena, acesta fiind un parametru ce determină gustul fructului și nu este puternic influențat de sistemul de formare a coroanei.

Un alt parametru important ce determină calitatea fructului la cireș este rezistența la deformare, care indică gradul de elasticitate a țesuturilor. La compararea variantelor s-a constatat că soiurile

Tabelul 2. Calitatea fructelor de cireș în funcție de soi și sistemul de formare a coroanei

Sistemul de formare a coroanei	Diametrul fructelor, mm	Masa cireșelor, g	Substanța uscată solubilă, Brix%	Aciditatea fructelor, g acid malic/ 100 g fruct proaspăt	Fermitatea fructelor, kg/cm ²
Soiul Adriana					
Coroană natural ameliorată cu volum redus	24,9	8,14	16,7	0,67	2,57
Fus subțire ameliorat	24,8	8,11	16,5	0,67	2,55
Vas întârziat aplatizat	25,7	8,40	16,9	0,67	2,56
Media	25,1	8,21	16,7	0,67	2,56
Soiul Ferrovio					
Coroană natural ameliorată cu volum redus	26,2	8,57	17,5	0,79	2,51
Fus subțire ameliorat	26,4	8,63	17,1	0,75	2,50
Vas întârziat aplatizat	27,3	8,93	17,8	0,75	2,55
Media	26,6	8,70	17,5	0,76	2,52
Soiul Skeena					
Coroană natural ameliorată cu volum redus	26,0	8,59	18,0	0,89	2,98
Fus subțire ameliorat	26,3	8,60	18,0	0,85	2,87
Vasul întârziat aplatizat	28,1	9,18	18,6	0,88	2,90
Media	26,8	8,76	18,2	0,87	2,92
DL 5%	1,13	0,42	0,85		

Adriana și Ferrovio sunt cele mai rezistente la deformare, înregistrându-se diferențe semnificative față de soiul Skeena.

CONCLUZII

1. Pomii au format prima recoltă în anul patru după oculare. În anul doi de fructificare recolta a fost compromisă de frigurile târzii de primăvară și a înregistrat valori medii cuprinse între 4208,3 kg/ha (soiul Skeena) și 5000 kg/ha (soiul Ferrovio).

2. Recolta medie în anul trei de fructificare a fost de circa 12375–15583 kg/ha, în funcție de soi și sistemul de formare a coroanei aplicat. Coroana de tip „fus subțire ameliorat” a avut cea mai mare producție la hectar. Tipul „vas întârziat aplatizat” a demonstrat cel mai mic randament de producție, dar a înregistrat cele mai mari valori ale mărimii fructului (25,7-28,1 mm) și ale substanței uscate solubile în fructe (16,9–18,6 Brix%).

3. Diametrul, fermitatea, masa medie și substanța uscată solubilă a fructelor de cireș depind de particularitățile biologice ale soiului și sunt slab influențate de tipul de formare a coroanei aplicat. Soiurile studiate s-au remarcat printr-o uniformitate (fructe de aceeași categorie de mărime) de peste 80%. Soiul Adriana a format 85,4% fructe cu diametrul de 22-26 mm, soiul Ferrovio – 82,5% fructe cu diametrul de 24-28 mm și soiul Skeena – 80% fructe cu diametrul de 24-28 mm.

Deși rezultatele obținute sunt preliminare, se pare că sistemele de formare a coroanei cu volum redus, combinate cu portaltoale vegetative precoce pot da producții mari de fructe de calitate excelentă în primii trei ani de fructificare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ASĂNICĂ, A. (2012). Cireșul în plantațiile moderne. București: Ceres. 151 p. ISBN 978-973-40-0957-2
2. ASĂNICĂ, A., PETRE, Gh., PETRE, V. (2013). Înfăințarea și exploatarea livezilor de cireș și vișin. București: Ceres. 126 p. ISBN 978-973-40-0985-5.
3. BABUC, V. (2012). Pomicultura. Chișinău. 662 p. ISBN 978-9975-53-067.

4. BALAN, V., CIMPOIEȘ, Gh., BARBAROȘ, M. (2001). Pomicultura. Chișinău: Museum. 453 p. ISBN 9975-906-39-7.
5. BALAN, V. (2015a). Formarea coroanei după sistema „fus subțire” în plantațiile intensive de cireș. In: Pomicultura, viticultura și vinificația, nr. 1 (55), pp. 18-21. ISSN 1857-3142.
6. BALAN, V. (2012). Perspective în cultura cireșului. In: Pomicultura, viticultura și vinificația, nr. 2, p. 7. ISSN 1857-3142.
7. BALAN, V. (2015b). Tehnologii în intensificarea culturii mărului și cireșului. In: Academos, nr. 2, pp. 74-79. ISSN 1857-0461.
8. CIMPOIEȘ, Gh. (2001). Pomicultura specială. Chișinău: Colograf-Com. 336 p. ISBN 9975-9645-9-1.
9. CLAVERIE, J., LAURI, P.E. (2005). Extinction training of sweetcherries in France – appraisal after six years. In: Acta Horticulturae, vol. 667, pp. 367-372. ISSN 0567-7572.
10. GRĂDINĂRIU, G. (2002). Pomicultura specială. Iași: Ed: Ion Ionescu de la Brad. 414 p. ISBN 973-8014-71-9.
11. IVANOV, I., BALAN, V., PASCAL, N., VAMASESCU, S. (2015). Recoltarea, calitatea și valorificarea fructelor de cireș. In: Lucrări științifice, UASM, vol. 42: Horticultură, Viticultură și Vinificație, Silvicultură și Grădini publice, Protecția plantelor, pt. 1, pp. 183-188. ISBN 978-9975-64-269-9.
12. LONG, Lynn E., LONG, Marlene, PEȘTEANU, A, GUDUMAC, E. (2014). Producerea cireșelor: manual tehnologic. Chișinău: Foxtrot. 262 p. ISBN 978-9975-120-43-2.

Data prezentării articolului: 15.05.2016

Data acceptării articolului: 12.07.2016

УДК 634.72

АНАЛИЗ ПРИЗНАКОВ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА *RIBES NIGRUM*, *RIBES RUBRUM*, *GROSSULARIA RECLINATA*, СОЗДАННОГО НА ОСНОВЕ МЕТОДА АВТОПОЛИПЛОИДИИ

Игорь БУЧЕНКОВ, Иван РЫШКЕЛЬ

Учреждение образования «Международный государственный экологический институт
им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь

Abstract. A group of autotetraploids of black currant (*Ribes nigrum*), red currant (*Ribes rubrum*) and gooseberry (*Grossularia reclinata*) have been studied. The comparison of the characteristics of autotetraploid forms with diploid cultivars shown that the autotetraploids are characterized by a new set of morphological, anatomical and biological traits inherent to this level of ploidy. Despite the fact that the reaction of each trait to the doubling of the chromosomes number is determined by the specific genotype of each variety, there is a clear parallelism in the variability of the same traits in different species of the family *Grossulariaceae Dumort.* The obtained data indicate that the doubling of the chromosomes number of diploid varieties leads to increased resistance of the autotetraploid forms to pathogens and also to an increased amount of the vitamin C in the fruits.

Key words: Gooseberry; Black currant; Red currant; Autotetraploids; Morphological characters; Agronomic characters.

Реферат. Изучен фонд автотетраплоидов смородины черной (*Ribes nigrum*), смородины красной (*Ribes rubrum*) и крыжовника (*Grossularia reclinata*). В результате анализа признаков автотетраплоидных форм в сравнении с диплоидными сортами установлено, что автотетраплоиды характеризуются новой совокупностью морфологических, анатомических и биологических признаков, присущих данному уровню плоидности. Несмотря на то, что реакция каждого признака на удвоение числа хромосом детерминирована спецификой генотипа каждого сорта, наблюдается четкий параллелизм в изменчивости одних и тех же признаков у разных видов семейства *Grossulariaceae Dumort.* Полученные данные указывают на то, что удвоение числа хромосом у диплоидных сортов открывает возможность повышения устойчивости полученных автотетраплоидных форм к возбудителям заболеваний. Для них также характерно повышенное содержание витамина С в плодах.

Ключевые слова: Крыжовник; Смородина черная; Смородина красная; Автотетраплоиды; Морфологические признаки; Хозяйственно ценные признаки.

ВВЕДЕНИЕ

С середины прошлого века индуцированная автополиплоидия все интенсивнее внедряется в практику и является результативной у ряда сельскохозяйственных культур. В последнее время отчетливо осознается, что селекция на уровне диплоидов в пределах одного вида заходит в тупик. Трудно создать что-либо новое, резко отличающееся от родительских форм. Перевод селекционного процесса на полиплоидный уровень открывает возможность получения новых и усиление желательных признаков (Трунин, Л.Л. 1972).

Используя метод экспериментальной автополиплоидии, уже получены тетраплоидные формы различных дикорастущих видов и культурных сортов смородины черной, смородины красной, крыжовника. Из созданного материала отобраны формы, устойчивые к грибным и вирусным заболеваниям, почковому клещу, с повышенной зимостойкостью. В процессе селекционной доработки выделены конкурентоспособные формы, сочетающие устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды с высокой продуктивностью и хорошим качеством плодов (Бавтуто, Г.А. 1980; Бученков, И.Э. 2013; Чувашина, Н.П. 1980).

Несмотря на пониженную плодовитость, автотетраплоиды легко поддаются селекционному улучшению. Четырехкратное увеличение одних и тех же хромосомных наборов резко ограничивает возможность морфологического и физиологического проявления ядерных изъянов, что позволяет получать высокопродуктивные формы [6]. В связи с этим проводили анализ морфо-анатомических и биологических особенностей автотетраплоидных форм, полученных и отобранных нами ранее (Бученков, И.Э. 2013) на основе цитологического анализа (Рыбин, В.А. 1967; Санкин, Л.С., Сорокина, Т.П. 1967).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с 1998 по 2009 гг. на агробиологической станции БГПУ им. М. Танка, а с 2009 по 2013 гг. на опытном поле ПолесГУ. Объекты исследования: сорта смородины черной – Паулинка, Сеянец Голубки, Пилот А. Мамкин, Наследница, Белорусская сладкая, Купалинка; сорта смородины красной – Красная Андрейченко, Ненаглядная, Голландская красная; Йонкер ван Тетс, Прыгажуня, Натали; сорта крыжовника – Русский, Сливовый, Колобок; Белорусский сахарный, Черномор, Юбилейный.

Оценку устойчивости диплоидных сортов и автотетраплоидных форм к мучнистой росе, септориозу и антракнозу проводили в условиях естественного заражения. Развитие болезни определяли по формуле:

$$R = \frac{(ab) * 100}{NK},$$

где: R – развитие болезни в %; ab – сумма произведения числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее число учтенных растений; K – высший балл шкалы учета.

При определении морозостойкости оценивали общую степень подмерзания растений по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур.

С целью выяснения химического состава ягод различных генотипов, проведено изучение содержания общей суммы сахаров, титруемой кислотности, витамина С в ягодах диплоидных сортов и тетраплоидных форм.

Общую сумму сахаров определяли по методу Бертрона. Титруемую кислотность определяли титрованием вытяжек 0,1 н. раствором гидроокиси натрия. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах в фазе полной спелости определяли по индофенольному методу в модификации Н.А. Брюхановой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Из созданного нами фонда полиплоидов на основе цитологического анализа было отобрано 73 автотетраплоидные формы смородины черной, 54 – смородины красной, 44 – крыжовника.

Морфо-анатомический анализ отобранных автотетраплоидных форм показал, что:

– *автотетраплоиды смородины черной* имеют кусты гетерозисного типа, утолщенные побеги более темной окраски, крупные размеры и измененную форму листьев, цветков, малое количество семян в плодах. Единичное цветение автотетраплоидов наблюдали на второй год вегетации, в дальнейшем цветение было обильным. Сравнительное изучение характера цветения и плодоношения диплоидных и тетраплоидных форм позволило установить, что у большинства тетраплоидных растений сроки указанных этапов наступают на 7-10 дней позже, чем у диплоидов.

– *автотетраплоиды смородины красной* высокорослые растения с мощными побегами. Почки по размерам и окраске не отличаются от диплоидных, но имеют более отклоненное положение на побеге. Листья крупные, более темные, неправильной формы, центральная лопасть четко не выражена. Зубчики края листовой пластинки более округлые, менее заостренные. По диаметру и длине цветки крупнее диплоидных. Окраска цветков, форма и цвет плодов сходны с диплоидами. Масса ягод несколько выше диплоидных сортов. Семян мало.

– *автотетраплоиды крыжовника* – растения с компактными кустами гетерозисного типа. Побеги плохо ветвятся, направлены косо вверх. Характерны крупные, сближенные пазушные почки. Листья темно-зеленые, почти вдвое крупнее, чем у диплоидов. Поверхность листовой пластинки пузырчатая. Цветки крупнее, чем у диплоидов, с крупной завязью. Плоды округлые, по размерам и массе несколько превышают диплоидные, содержат мало семян.

Изучение анатомического строения листьев *R. nigrum*, *R. rubrum*, *Gr. reclinata* показало, что клетки верхнего и нижнего эпидермиса тетраплоидных форм больше, чем клетки диплоидов. Для автотетраплоидов характерно увеличение длины замыкающих клеток устьиц, количества и размеров хлоропластов в них, уменьшение числа устьиц и ароматических железок на единицу площади эпидермиса, уменьшение слоев столбчатого мезофилла в сравнении с диплоидами (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика эпидермальных структур листа
диплоидных сортов и тетраплоидных форм
(обобщенные данные за годы исследований по всем сортам и формам)

Признак	<i>Ribes nigrum</i>		<i>Ribes rubrum</i>		<i>Grossularia reclinata</i>	
	2n=16	4n=32	2n=16	4n=32	2n=16	4n=32
Размеры клеток верхнего эпидермиса (увеличение 7х20)**	7,2±0,7*	6,4±0,5	5,8±0,3	11,2±0,8	10,8±0,8	12,4±0,9
Размеры клеток нижнего эпидермиса (7х20)**	4,6±0,6	5,2±0,7	3,9±0,7	6,5±0,9	13,8±1,1	8,1±1,2
Размеры замыкающих клеток устьиц (10х20)**	4,1±0,7	3,8±0,5	3,6±0,6	5,9±0,7	6,9±0,7	7,5±0,9
Размеры хлоропластов в замыкающих клетках устьиц (15х90)**	27,7±1,4	25,6±1,3	23,8±1,3	27,6±1,4	29,2±1,4	31,2±1,5
Количество устьиц в поле зрения микроскопа (10х20), шт.	58,1±2,3	46,2±1,7	61,3±2,5	25,6±1,3	19,6±1,1	28,4±1,5
Число хлоропластов в замыкающих клетках устьиц (10х60), шт.	14,2±1,4	13,8±1,0	11,9±0,9	20,6±1,1	21,6±1,2	23,6±1,3
Количество ароматических железок на 1 см ² (10х20), шт.	30,8±1,5	16,7±1,3	-	-	-	-

* $X \pm x_s$,

** В делениях окуляр-микрометра

Для всех индуцированных нами автотетраплоидов характерна хорошая, но пониженная в сравнении с диплоидами плодовитость. Исследования показали, что при переводе диплоидных сортов на тетраплоидный уровень фертильность снижается в среднем у смородины черной в 2,3 раза. У диплоидных сортов фертильность пыльцы составляла 78-79%. Процентное содержание крупных, нормально сформированных и проросших пыльцевых зерен у автотетраплоидов изменялось в пределах 32-37% в зависимости от сорта.

У смородины красной при переводе диплоидных сортов на тетраплоидный уровень фертильность пыльцы снижается в среднем в 2 раза. У диплоидных сортов фертильность пыльцы составляла 75-85%. Процентное содержание крупных, нормально сформированных и проросших пыльцевых зерен у автотетраплоидов изменялось в пределах 40-48% в зависимости от сорта.

При переводе диплоидных сортов крыжовника на тетраплоидный уровень фертильность пыльцы снижается в среднем в 1,4 раза. У диплоидных сортов фертильность пыльцы составляла 38-42%. Процентное содержание крупных, нормально сформированных и проросших пыльцевых зерен у автотетраплоидов было около 30% в зависимости от сорта.

Для сопоставления характера изменений у автотетраплоидов разных видов семейства *Grossulariaceae* Dumort. в сравнении с диплоидами провели оценку признаков, характеризующих линейные размеры органов, а также отношение этих признаков $4n : 2n$.

По линейным параметрам листьев, почек, цветков, пыльников, пыльцевых зерен автотетраплоиды превосходят диплоиды. В среднем линейные размеры органов у автотетраплоидных форм превосходят диплоидные сорта у смородины черной – в 1,4 раза, у смородины красной – в 1,2 раза, у крыжовника – в 1,3 раза (табл. 2).

В результате того, что у автотетраплоидов показатели длины листьев, почек, цветков увеличиваются в меньшей степени, чем показатели ширины, заметно возрастает показатель индекса органов. Так, индекс листа у диплоидных сортов смородины черной составляет 0,93, у автотетраплоидов – 1,46; у смородины красной – 0,95 и 1,48; у крыжовника – 0,87 и 1,33 соответственно.

Изучение диаметра пыльцевых зерен у автотетраплоидов в сравнении с исходными диплоидными сортами выявило стабильность в величине гаплоидной ($n=8$) и диплоидной ($n=16$) пыльцы и четкое различие между ними, что свидетельствует о строгой генетической обусловленности данного показателя и возможности его использования в качестве диагностического признака тетраплоидности.

Наиболее распространенными возбудителями заболеваний у различных сортов *R. nigrum*, *R. rubrum*, *Gr. reclinata* являются *Spaeroteca mors-uvae* (Schv.) Berk. Et Curt., *Pseudopeziza*

Таблица 2. Относительное изменение признаков у автотетраплоидов по сравнению с диплоидными сортами (4n:2n)

Признак	<i>Ribes nigrum</i>	<i>Ribes rubrum</i>	<i>Grossularia reclinata</i>
Лист			
– длина	0,92	1,09	0,93
– ширина	1,68	1,33	1,18
Почка			
– длина	1,18	1,01	1,15
– ширина	1,72	1,18	1,52
Черешок			
– длина	1,65	1,17	1,33
– толщина	1,68	1,23	1,42
Цветок			
– длина	1,43	1,25	1,49
– диаметр	1,45	1,31	1,61
Пыльник			
– длина	1,32	1,29	1,27
Пыльцевое зерно			
– диаметр	1,26	1,24	1,22

ribis Kleb. и *Septoria ribes* Desm. Согласно некоторым авторам, повышение полевой устойчивости к возбудителям заболеваний может быть достигнуто переводом диплоидов на тетраплоидную основу (Санкин, Л.С., Сорокина, Т.П. 1967; Чувашина, Н.П. 1980).

Изучение поражаемости 73 автотетраплоидов смородины черной, 54 автотетраплоидов смородины красной, 44 автотетраплоидов крыжовника, позволило выделить формы с высокой полевой устойчивостью к мучнистой росе, септориозу и антракнозу.

У автотетраплоидов смородины черной при оценке и анализе поражения мучнистой росой первую группу (22,33%) составили формы, поражающиеся еще в большей степени, чем диплоидные сорта (5-4 балла), вторую

группу (66,82%) – формы, поражаемость которых мучнистой росой, септориозом и антракнозом находится на уровне диплоидов (2-3 балла), третью группу (10,85%) – формы более устойчивые, чем диплоидные сорта и почти не поражающиеся (1 балл).

Приблизительно сходные результаты были получены при анализе поражаемости диплоидных и автотетраплоидных форм смородины черной септориозом и антракнозом: первая группа – 23,77 и 32,75%, вторая – 69,98 и 58,00%, третья – 6,55 и 9,25% соответственно.

Из всех изученных автотетраплоидных форм смородины черной выделена группа из 8-ми растений (10,96%), обладающих комплексной устойчивостью к трем изученным возбудителям заболеваний.

У автотетраплоидов смородины красной по поражению мучнистой росой первая группа составила 13,75%, вторая – 75,63%, третья – 10,62%; антракнозом: первая – 34,88%, вторая – 57,56%, третья – 7,56%; септориозом: первая – 24,33%, вторая – 67,12%, третья – 8,55%. Из 54 автотетраплоидов смородины красной выделены 6-ть растений (11,11%), обладающих комплексной устойчивостью к мучнистой росе, антракнозу и септориозу.

У автотетраплоидов крыжовника по поражению мучнистой росой, септориозом и антракнозом

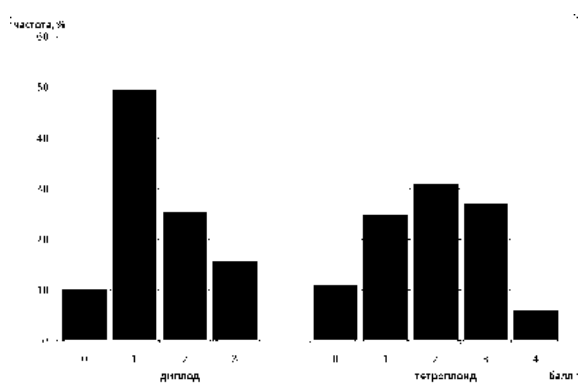


Рисунок 1. Морозостойкость диплоидных сортов (а) и тетраплоидных форм (б) *Ribes nigrum* (средние данные по всем сортам и формам за годы исследований)

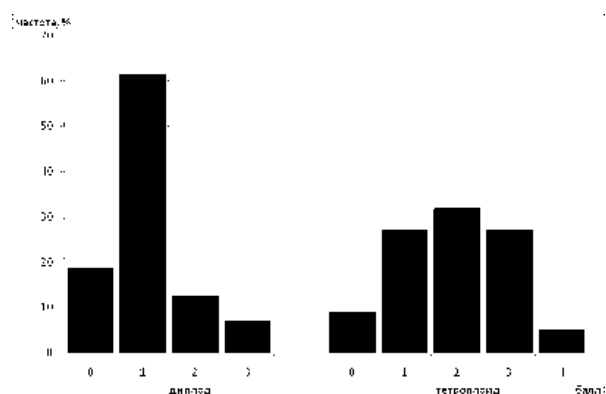


Рисунок 2. Морозостойкость диплоидных сортов (а) и тетраплоидных форм (б) *Ribes rubrum* (средние данные по всем сортам и формам за годы исследований)

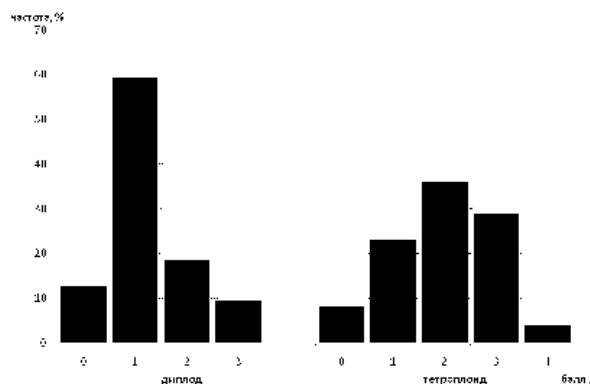


Рисунок 3. Морозостойкость диплоидных сортов (а) и тетраплоидных форм (б) *Grossularia reclinata* (средние данные по всем сортам и формам за годы исследований)

наряду с морозостойкими, наблюдаются и сильно повреждаемые формы, чего не установлено у диплоидов (рис. 1-3).

Так, у диплоидных сортов, растения с баллом поражения 4-5 вообще отсутствуют, у автотетраплоидов данная группа составляет от 3 до 6%. У диплоидных сортов также выше процент растений из групп высокоустойчивые (10-18%) и устойчивые (48-61%). У автотетраплоидных форм эти показатели составляют 8-11% и 22-27% соответственно.

Таблица 3. Химический состав ягод диплоидных сортов и тетраплоидных форм (средние данные за годы исследований)

Сорт	Сахара, %		Титруемая кислотность, %		Аскорбиновая кислота, мг/100г	
	2n	4n	2n	4n	2n	4n
Паулинка	7,6	7,8	2,2	2,2	209,2	215,5
Сеянец Голубки	11,2	10,8	2,5	2,6	142,4	170,3
Пилот А. Мамкин	8,6	8,5	1,8	1,8	198,7	184,0
Купалинка	9,3	9,3	2,3	2,3	190,0	201,5
Наследница	10,5	10,6	2,2	2,3	180,3	195,8
Белорусская сладкая	8,2	8,3	2,3	2,3	182,4	196,9
Средние данные по сортам смородины черной	9,1	9,3	2,2	2,2	181,4	196,5
Йонкер ван Тетс	6,2	6,3	2,7	2,7	30,3	36,3
Красная Андрейченко	6,8	6,8	1,7	1,8	38,5	40,2
Ненаглядная	6,0	6,1	2,6	2,6	30,2	36,5
Голландская красная	6,8	6,9	2,5	2,6	37,2	40,1
Прыгажуня	6,4	6,5	2,4	2,5	33,2	36,8
Натали	6,6	6,6	2,4	2,5	35,3	39,9
Средние данные по сортам смородины красной	6,5	6,5	2,4	2,4	34,1	38,3
Черномор	10,3	10,3	2,1	2,2	28,3	30,7
Русский	9,9	10,0	1,8	1,8	30,2	31,5
Сливовый	10,2	10,2	1,6	1,6	29,5	30,7
Колобок	8,7	8,7	2,7	2,8	24,0	26,0
Юбилейный	10,2	10,3	2,2	2,3	26,0	28,0
Белорусский сахарный	9,5	9,5	2,1	2,1	30,0	31,2
Средние данные по сортам крыжовника	9,8	9,8	2,1	2,1	28,0	29,7

количественное соотношение групп распределилось следующим образом: первая – 14,80; 10,25; 9,33%, вторая – 74,54; 81,30; 84,42%, третья – 10,66; 8,45; 6,25% соответственно. Из 44 изученных автотетраплоидных форм крыжовника выделена группа из 5-ти растений (11,36%), обладающих комплексной устойчивостью к трем изученным возбудителям заболеваний.

Одним из важных признаков при оценке селекционного материала является морозостойкость. В этой связи, проведена оценка колхиплоидов *R. nigrum*, *R. rubrum*, *Gr. reclinata* на устойчивость к низким температурам. Результаты анализа, полученных данных свидетельствуют о большой вариабельности тетраплоидов по данному признаку, так как

Анализ данных по содержанию сахаров показывает, что у большинства автотетраплоидных форм их процентное содержание несколько превышает диплоидные сорта или находится на том же уровне. Аналогичные результаты получены и по кислотности. Исследования также показали, что колхиплоиды характеризуются более высокими показателями в сравнении с диплоидными сортами по содержанию витамина С (табл. 3).

ВЫВОДЫ

В результате анализа признаков автотетраплоидных форм *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum*, *Grossularia reclinata* в сравнении с диплоидными сортами установлено:

1. Автотетраплоиды характеризуются новой совокупностью морфологических, анатомических и биологических признаков, присущих данному уровню пloidности. Несмотря на то, что реакция каждого признака на удвоение числа хромосом детерминирована спецификой генотипа каждого сорта, наблюдается четкий параллелизм в изменчивости одних и тех же признаков у разных видов семейства *Grossulariaceae* Dumort.
2. Удвоение числа хромосом у диплоидных сортов открывает возможность повышения устойчивости полученных автотетраплоидных форм к возбудителям заболеваний.
3. Автотетраплоидам по сравнению с диплоидными сортами характерно повышенное содержание витамина С в плодах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БАВТУТО, Г.А. (1980). Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной автополиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тарту, 49 с.
2. БУЧЕНКОВ, И.Э. (2013). Создание исходного селекционного материала плодово-ягодных культур (смородина черная и красная, крыжовник, микровишня войлочная, черешня, айва обыкновенная). Минск: Право и экономика, 201 с. ISBN 978-985-552-184-7.
3. СЕДОВ, Е.Н., ОГОЛЬЦОВА, Т.П., ред. (1999). Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК. 608 с. ISBN 5-900705-15-3.
4. РЫБИН, В.А. (1967). Цитологический метод в селекции плодовых. Москва: Колос, 216 с.
5. САНКИН, Л.С. (1993). Экспериментальная полиплоидия в селекции смородины и крыжовника. В: Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур: тез. докл. на секции садоводства. Орел: РАСХН, с. 47.
6. САНКИН, Л.С., СОРОКИНА, Т.П. (1967). Методика определения уровня пloidности. Цитология и генетика культурных растений: сб. науч. тр. Новосибирск, с. 151–152.
7. ТРУНИН, Л.Л. (1972). Экспериментальные полиплоиды черной смородины, смородины дикуши и крыжовника. В: Научные достижения в практику: сб. науч. тр. Тамбов, с. 64–68.
8. ЧУВАШИНА, Н.П. (1980). Цитогенетика и селекция отдаленных гибридов и полиплоидов смородины. Ленинград, 121 с.

Data prezentării articolului: 22.12.2016

Data acceptării articolului: 23.01.2017

УДК 634.11:631.86:581.132.1:537.85:628.9.03

ВЛИЯНИЕ АНТИТРАНСПИРАНТА ВАПОР ГАРД НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА ЯБЛОНИ (*MALUS DOMESTICA* BORKH.)

Юлия ВИНЦКОВСКАЯ, Олег КИТАЕВ

Институт садоводства Национальной академии аграрных наук Украины

Abstract. The effect of foliar treatment of apple trees (variety Shafran krasnokutsky) with the antitranspirant Vapor Gard on the development of leaf surface area, content of plastid pigments and induction changes of leaf chlorophyll fluorescence was studied. It was established that in conditions of lack of precipitation the preparation Vapor Gard causes a decrease of the leaf area and plants can cope with a reduced water supply. Meanwhile, a number of qualitative changes take place in the pigment complex of chloroplasts, accompanied by the decrease of the green pigments content, especially the chlorophyll *b*. The positive effect of the researched preparation on the potential photosynthetic activity of leaf chloroplasts was proved using *Kpl*, *Ki* and *Rfd* parameters of chlorophyll fluorescence induction.

Key words: Apple; Antitranspirant; Leaf area; Chlorophyll; Leaf apparatus; Chlorophyll fluorescence.

Реферат. Представлены результаты исследований по влиянию внекорневой обработки деревьев яблони сорта Шафран краснокутский антитранспирантом Вапор Гард на развитие листовой поверхности, содержание пластидных пигментов и индукционные изменения флуоресценции хлорофилла листьев. Установлено, что в условиях недостатка осадков, под действием препарата Вапор Гард уменьшается площадь листьев, что способствует снижению расхода воды растениями. При этом происходят качественные изменения в пигментном комплексе хлоропластов, сопровождающиеся уменьшением содержания зеленых пигментов и особенно хлорофилла *б*. С использованием параметров индукции флуоресценции хлорофилла *Kpl*, *Ki* и *Rfd* доказано положительное действие препарата на потенциальную фотосинтетическую активность хлоропластов листьев.

Ключевые слова: Яблоня; Антитранспирант; Площадь листа; Хлорофилл; Листовой аппарат; Флуоресценция хлорофилла.

ВВЕДЕНИЕ

Современные методы диагностики функционального состояния плодовых растений основаны на изучении прохождения фотосинтетических процессов в хлоропластах листьев с использованием анализа содержания хлорофиллов, а также параметров индукции их флуоресценции (Брайон, О.В. и др. 2000; Кирик, М.М. и др. 2011). При этом содержание зеленых пигментов в листьях и соотношение хлорофиллов *а* и *б* позволяет дополнительно охарактеризовать структурную организацию хлоропластов, а в совокупности с анализом индукционных изменений флуоресценции хлорофилла оценить влияние как факторов окружающей среды, так и технологических приёмов при выращивании деревьев.

В связи с этим целью проведенных нами исследований явилось изучение влияния антитранспиранта Вапор Гард на функциональное состояние растений с помощью анализа индукционных изменений флуоресценции хлорофилла, а также его содержание в листьях растений сорта яблони Шафран краснокутский.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2013-2015 годах в неорошаемых насаждениях яблони, в отделе селекции и сортоизучения Института садоводства НААН Украины, высаженных в 2002 году по схеме 4ЧЗ м на подвое 54-118. Форма кроны округлая, разреженно-ярусная. Междурядья содержали под природным задернением.

Внекорневую обработку деревьев проводили препаратом Вапор Гард (натуральный пленкообразующий антитранспирант), который существенно снижает те потери влаги, которые растения не могут контролировать сами. Таким образом, он поддерживает в них физиологический уровень влаги, повышает эффективность их роста и защищает в стрессовый период вегетации (Потапова, А.Ю., Медютова, Е.Н. 2012; Причко, Т.Г., Смелик, Т.Л. 2013).

В каждом варианте опыта было по 6 учетных деревьев. В контрольном варианте деревья опрыскивали водой трехкратно (при первой и второй волнах опадения завязей и за 3-4 недели до уборки урожая). Обработку листовой поверхности деревьев 1%-м раствором препарата Вапор Гард проводили в двух вариантах:

1. Вапор Гард I – при первой волне опадения завязей и за 3-4 недели до сбора плодов;
2. Вапор Гард II – при второй волне опадения завязей и за 3-4 недели до уборки урожая.

Площадь листьев определяли в период завершения их роста (последняя декада июня), весовым методом (Фулга, И.Г. 1975). Функциональное состояние растений определяли при помощи прибора «Флоратест», который позволяет диагностировать изменения в работе хлоропластов по комплексу параметров индукции флуоресценции хлорофилла (Брайон, О.В. и др. 2000; Китаев, О. и др. 2005; Корнеев, Д.Ю. 2002).

F_o – начальное значение флуоресценции хлорофилла после включения облучения, пропорционально количеству хлорофилла, не передающего энергию на фотосинтез;

F_{pl} – уровень её при достижении временного уменьшения возрастания её сигнала, так называемое “плато”;

F_{pl} – значение эмиссии флуоресценции в максимуме индукции флуоресценции хлорофилла;

F_t – стационарный её уровень через 1,5-3 минуты после начала освещения.

Все показатели фотоиндукции флуоресценции представлены в относительных единицах эталона флуоресценции (стекло ОС-14) с эмиссией в том же спектральном диапазоне, что и флуоресценция хлорофилла. При этом рассчитывали коэффициенты:

$K_{pl} = dF_{pl}/F_v$, где $dF_{pl} = F_{pl} - F_o$, $F_v = F_{pl} - F_o$, так называемый “коэффициент плато” – при насыщающей фотосинтез интенсивности света, который характеризует долю первичных акцепторов электронов фотосистемы II (ФС II) - Q_a , которые не восстанавливают реакционные центры.

$K_i = F_v/F_{pl}$ - коэффициент эффективности световой фазы фотосинтеза и электронного транспорта вблизи реакционных центров ФС II;

$Rfd = (F_{p2} - F_t)/F_t$ - индекс эффективности темновых фотохимических процессов.

Статистическая обработка результатов исследований была проведена по Доспехову Б. А., 1985, с применением персонального компьютера, программ AGROSTAT и MS Office Excel.

В 2013 году, в период от начала цветения до сбора урожая, сумма активных температур (выше 10 °C) составила 2899,4 °C, и превысила средне-многолетние значения на 238,9 °C. Количество осадков - 360,8 мм, гидро-термический коэффициент (ГТК) - 1,24. За этот же период в 2014 г. осадков выпало на 39 мм больше (399,8 мм). Сумма активных температур составила 2759,3 °C, а ГТК-1,45 (при средне-многолетних значениях - 1,2). В 2015 г. периоды цветения и роста плодов характеризовались меньшей суммой активных температур, чем в 2013 и 2014 годах на 227,6 и 87,5 °C, соответственно. При малом количестве осадков (92,4 мм) ГТК составил 0,35.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Применение антитранспиранта Вапор Гард направлено на регуляцию водного режима растений, которое обусловлено поверхностно-активными веществами, образующими устойчивую пленку, препятствующую испарению воды в плодах и ягодах (Потапова, А.Ю., Медютова, Е.Н. 2012; Причко, Т.Г., Смелик, Т.Л. 2013). Но при этом мало внимания уделялось регуляторным свойствам препарата, способствующим коррекции физиологических процессов в листьях растений, в том числе регуляции площади их листовых пластинок. Анализ которых, в зависимости от суммы осадков в период проведения исследований, показал, что в контрольном варианте практически отсутствует зависимость между площадью листовых пластинок и суммой осадков ($r=0,07$). Обработка насаждений препаратом Вапор Гард существенно изменяет площадь листовой пластинки (рис. 1).

Отмечена устойчивая тенденция к уменьшению площади листьев под действием препарата. При этом оказалось, что в условиях недостаточного увлажнения в 2013 и, особенно, в 2015 годах такие изменения были довольно существенными. В 2014 г. при обильных осадках (выше средне-многолетнего показателя на 105,5 мм) антитранспирант практически не влиял на площадь листьев. В результате коэффициенты корреляции между площадью листьев и суммой осадков

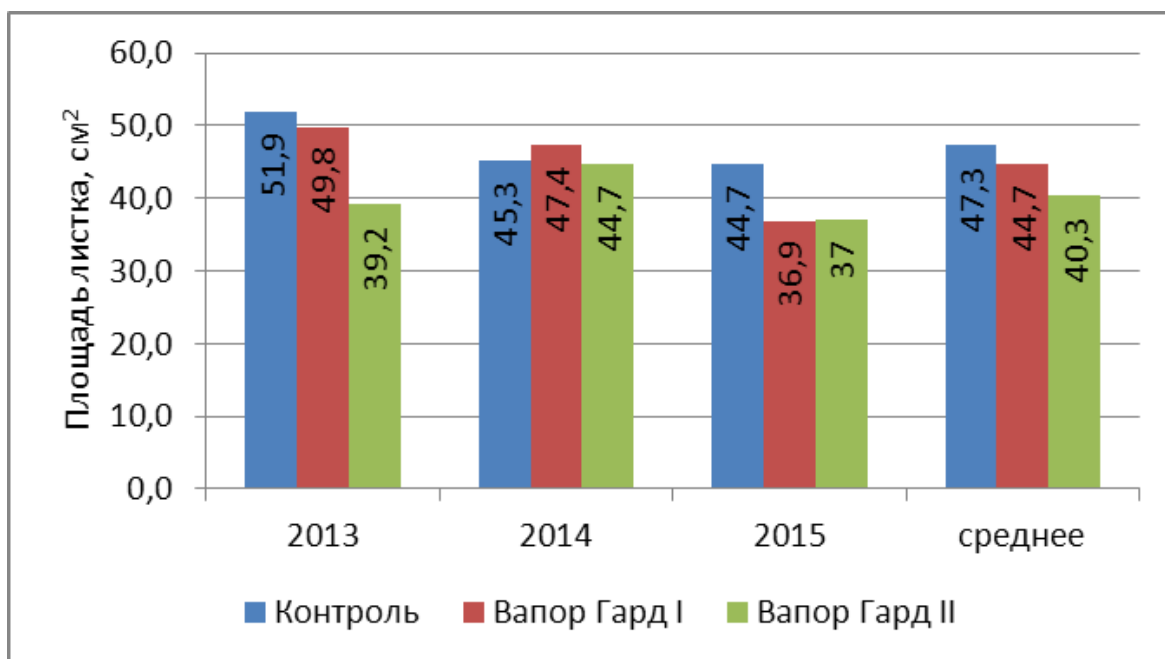


Рисунок 1. Влияние препарата Вапор Гард на площадь листьев у деревьев яблони сорта Шафран краснокутский

составили: Вапор Гард I – 0,76, Вапор Гард II – 0,97. Таким образом, установлена регуляторная особенность препарата Вапор Гард, связанная с уменьшением площади листьев в условиях недостатка влаги, что также способствует уменьшению расхода воды растениями и, как следствие, повышает их устойчивость к засухе.

Действие изучаемого препарата вызвало неожиданные, на первый взгляд, изменения в содержании хлорофиллов и их соотношении. Оказалось, что сумма хлорофиллов в контрольном варианте, как в среднем, так и по отдельным годам, значительно выше, чем в вариантах с применением препарата Вапор Гард (табл. 1), при этом она была наибольшей в 2014 году. В то же время, соотношение хлорофиллов (а/б) имеет обратную тенденцию: в контрольном варианте оно значительно ниже, чем при обработке антитранспирантом. Как и по сумме хлорофиллов, выделяется 2014 г., когда их соотношение было наименьшим во всех вариантах.

Таблица 1. Сумма и соотношение хлорофиллов а и б в листьях деревьев яблони сорта

Хлорофилл	Год	Контроль	Вапор Гард I	Вапор Гард II
а+б, мг/г	2013	2,84±0,17	2,39±0,16	2,29±0,14
	2014	3,17±0,17	2,65±0,16	2,65±0,15
	2015	2,99±0,17	2,35±0,16	2,00±0,13
	Среднее	3,00	2,46	2,31
а/б	2013	2,75±0,16	2,97±0,16	3,48±0,17
	2014	2,41±0,15	2,68±0,15	2,66±0,15
	2015	3,32±0,16	3,85±0,17	4,20±0,18
	Среднее	2,83	3,17	3,45

Отмеченную закономерность в содержании хлорофиллов и их соотношении можно сопоставить с изменением площади листьев по годам. В 2014 г. при обилии осадков у растений была наибольшая листовая поверхность, что могло способствовать взаимному затенению листьев, которое, как правило, сопровождалось увеличением суммы хлорофиллов. Кроме того, происходили и качественные изменения в пигментном комплексе хлоропластов, приводившие к возрастанию содержания хлорофилла б, и, следовательно, к уменьшению соотношения хлорофиллов.

Анализ индукционных изменений флуоресценции хлорофилла показал, что начальный уровень F_0 незначительно изменяется по годам и вариантам опыта (табл. 2). При этом обработка растений препаратом Вапор Гард, особенно во второй срок, способствует стабилизации

начального уровня F_0 (коэффициент вариации 5%). Изменение параметров F_{pl} и K_{pl} при использовании антитранспиранта отражает уменьшение количества неактивных реакционных центров ФС II, что способствует повышению эффективности фотосинтетических процессов.

Таблица 2. Показатели фотоиндукции флуоресценции хлорофилла листьев деревьев яблони сорта Шафран краснокутский (среднее 2013-2015 гг.)

Показатели	Контроль	Вапор Гард I	Вапор Гард II	HCP ₀₅
F_0	16,3	15,4	15,3	0,35
F_{pl}	28,0	24,5	24,5	0,17
F_{pl}	51,9	53,2	51,7	0,64
F_t	21,8	19,0	18,5	0,35
K_{pl}	0,33	0,24	0,22	0,03
K_i	0,69	0,71	0,70	$F_{факт.}/F_{теор.}$
Rfd	1,62	2,00	1,96	0,06

Отметим, что наиболее вариабельным параметром является максимальный уровень флуоресценции хлорофилла F_{pl} . Его значение в наибольшей степени зависит от уровня освещенности листьев. В 2014 году, в период, характеризовавшийся обильными осадками, отмечены наибольшие его значения. Применение препарата Вапор Гард способствовало стабилизации этого показателя.

Параметр K_i , который характеризует эффективность электрон-транспортных процессов вблизи реакционных центров ФС II, как по средним значениям, так и по отдельным годам в вариантах с препаратом Вапор Гард был выше, чем в контроле, что также свидетельствует об эффективном действии препарата на фотосинтетические процессы. Однако наибольшие изменения под влиянием антитранспиранта отмечены на медленных фазах индукции флуоресценции. Так, уровень F_t , характеризующий глубину её спада и, одновременно, определяющий возрастание активности темновых фотосинтетических процессов и, прежде всего, цикла Кальвина, оказался наименьшим в опытных вариантах, что говорит о более эффективной активации фотосинтеза.

Наиболее чувствительным показателем, который характеризует медленные фазы фотосинтетических процессов, считается параметр Rfd, который также называют “коэффициентом адаптации” в связи с тем, что он контролирует активность наиболее чувствительного к факторам среды фермента цикла Кальвина рибулезодифосфат-карбоксилазы. Отмечено его возрастание на 21-23 % в вариантах с обработкой препаратом Вапор Гард, что свидетельствует как о повышении интенсивности фотохимических процессов, так и о возрастании адаптивности растений к стрессовым условиям.

Применение препарата повышает урожайность на 15-30 %, а также положительно влияет на товарные показатели качества плодов яблони. Обработка при первой волне опадения завязей обеспечивает получение плодов с более высокими показателями. Товарность плодов улучшается на 5-10%, в них повышается содержание сухих веществ на 6-9 % и сахаров на 7-8 %, в зависимости от погодных условий.

ВЫВОДЫ

Выявлена регуляторная особенность действия препарата Вапор Гард, которая проявляется в уменьшении площади листьев в условиях недостатка влаги, что способствует снижению расхода воды растениями и обеспечивает непрерывный оптимальный водный баланс.

Уменьшение площади листовой пластинки приводит к повышению уровня освещенности листьев, что сопровождается качественными изменениями в пигментном комплексе хлоропластов, приводящими к уменьшению содержанию зеленых пигментов, особенно хлорофилла b , и к возрастанию соотношения хлорофиллов a/b .

В вариантах с обработкой, увеличение параметра Rfd на 21-23%, контролирующего эффективность темновых фотохимических процессов, указывает на повышение интенсивности фотосинтеза и адаптивность растений к стрессовым условиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БРАЙОН, О.В., КОРНЕЕВ, Д.Ю., СНЕГУР, С.С., КИТАЕВ, О.І. (2000). Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: методичні вказівки для студентів біологічного факультету. Київ. 25 с.
2. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропроиздат. 352 с.
3. КИРИК, М.М., ТАРАНУХО, Ю.М., ТАРАНУХО, М.П. та ін. (2011). Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків. В: Вісник аграрної науки, № 10, с. 26-28. ISSN 2308-9377.
4. КИТАЕВ, О., КЛОЧАН, П., РОМАНОВ, В. (2005). Портативний хронофлуориметр для експрес-діагностики фотосинтезу «Флоратест». В: Збірник конференції - звіту з комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України у галузі сенсорних систем та технологій, 2005, лютий, с. 59.
5. КОРНЕЕВ, Д.Ю. (2002). Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. Київ: Альтерпресс. 188 с. Доступ: <http://www.nehudlit.ru/books/detail6183.html>
6. ПОТАПОВА, А.Ю., МЕДЮТОВА, Е.Н. (2012). Разработка элементов технологии возделывания винограда для управления его качеством при хранении. В: Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях: материалы междунар. науч. конф., Самохваловичи, 9-11 окт. 2012 г., с. 70-74.
7. ПРИЧКО, Т. Г., СМЕЛИК, Т. Л. Эффективность действия препаратов нового поколения, снижающих эффект солнечного поражения, на товарные качества и лежкость яблок [Электронный ресурс]. Плодоводство и виноградарство Юга России, 2013. Доступ: <http://journal.kubansad.ru/pdf/13/02/06.pdf>.
8. ФУЛГА, И. Г. (1975). Изучение фотосинтетической поверхности растений. Кишинева: Картия Молдовеняскэ. 179 с.

Data prezentării articolului: 04.12.2016

Data acceptării articolului: 23.01.2017

УДК: 635.64:632.786

АНАЛИЗ ЭТОЛОГИЧЕСКИХ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИИ *HELIOTHIS ARMIGERA* НА ПРОТЯЖЕНИИ СЕЗОНА

Валерия КЕПТИНАРЬ, Тудор НАСТАС, Наталья РЭЙЛЯНУ, Виктор ГОРБАН
Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений Академии Наук Молдовы

Abstract. Information on the fertility of female cotton bollworms and the viability of their laid eggs makes it possible to predict the number of next generation in the crop fields and the harm that this population may cause to the harvest. During the vegetative season of 2016 (the 1st decade of May - the 3rd decade of September), a seasonal monitoring of the *Heliothis armigera* pest population was carried out using a light trap installed in the immediate vicinity of a soybean field. Due to the conducted research, the emergence and peaks of the cotton bollworm flight were recorded, sex ratio was determined, as well as reproductive and copulative potential of females were estimated. It was established that in the climatic conditions of the Republic of Moldova, *Heliothis armigera* pest develops in three generations. The duration of generation development is from the 3rd decade of May to the 3rd decade of September. Male-female ratio was 58% males to 42% females. The copulative and reproductive potential of this pest depends on the succession of generations. The reproductive potential of the first generation was 37.8%, 40.1% for the second generation and 22.1% for the third generation. The copulative potential of *H. armigera* females was of 65.0% paired 1-2 times and only 35.0% were paired 3-5 times.

Key words: *Heliothis armigera*; Flight dynamics; Copulation potential; Female fecundity; Reproductive potential.

Реферат. Сведения о плодовитости самок хлопковой совки и жизнеспособности отложенных ими яиц предоставляет возможность прогнозировать численность последующего поколения на участках сельскохозяйственных культур и ту опасность, которую эта популяция нанесет урожаю. На протяжении вегетативного сезона 2016 года (I декада мая – III декада сентября) был проведен сезонный мониторинг популяции вредителя *Heliothis armigera* с помощью световой ловушки, установленной в непосредственной близости от соевого поля. Благодаря проведенным исследованиям нами было отмечено начало и пики лета хлопковой совки, определено половое соотношение, а так же дана оценка репродуктивного и копулятивного потенциала самок. В климатических условиях Республики Молдова, вредитель *Heliothis armigera* развивается в трех поколениях. Продолжительность развития поколений - с третьей декады мая по третью декаду сентября. Доля самцов составила 58%, самок – 42%. Копулятивный и репродуктивный потенциал данного вредителя зависит от череды поколений. Для первого поколения репродуктивный потенциал составил 37,8%, для второго поколения – 40,1%, а для третьего поколения – 22,1%. Копулятивный потенциал самок *H. Armigera* составил 65,0% спаренных 1-2 раза и только 35,0% были спарены 3-5 раз.

Ключевые слова: *Heliothis armigera*; Динамика лета; Копулятивный потенциал; Плодовитость самок; Репродуктивный потенциал.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование массовых вспышек размножения насекомых, особенно тех видов, которые приносят существенный хозяйственный и экономический ущерб, представляет большой научный и практический интерес. Это позволяет лучше понять региональные особенности биологии вредных объектов, экологии и причин их массового размножения, а также выявить общие закономерности и влияние климатических факторов на динамику численности последних (Косов, В.В. и др. 1958). Семейство совок одно из самых многочисленных и распространенных семейств отряда чешуекрылых. Вспышки размножения некоторых видов совок являются причиной существенных потерь урожая многих сельскохозяйственных культур (Nastas, T. et al. 2013).

В последние 15 лет хлопковая совка (*Heliothis armigera* Hbn.) получила широкое распространение по всей территории Республики Молдова. По литературным данным вредитель может питаться на 250 видах растений и развивается в 1-4 поколениях (в зависимости от географических зон).

Хлопковая совка занимает особое место среди вредителей сахарной кукурузы, томатов и сои. Это скрыто живущий вредитель и условия борьбы с ним на кукурузе усложняются в тот

период, когда гусеницы питаются в ещё не раскрывшейся метёлке, или когда проникают внутрь початка. Период вылета бабочек очень растянут и может длиться до 45 дней, поэтому поколения «накладываются» одно на другое. Высокая опасность данного вредителя обуславливает необходимость анализа репродуктивного потенциала и динамики развития популяции в целом (Поспелов, С.М. 1989). На плодовитость самок большое влияние оказывает сумма эффективных температур и относительная влажность воздуха. Так, при относительной влажности воздуха равной 100%, бабочки откладывают меньше яиц, хотя и здесь максимальные цифры доходят до 1000 и более. При большой сухости воздуха (25% относительной влажности) плодовитость может снижаться до 500-550 яиц/самку; оптимум же наблюдается при температуре 25°C и относительной влажности воздуха 50%, когда среднее количество яиц равно 1156, а максимальное – 3132 яиц/самку (Танский, В.И. 1988). Плодовитость совок в местах с разными климатическими условиями неодинакова, что свидетельствует о влиянии экологических факторов на развитие яйцевой продукции. На плодовитости совок, а, в дальнейшем, и на численности популяции, сильно сказываются условия жизни половозрелой стадии. Совки, за очень небольшим исключением, нуждаются в дополнительном питании. Гидротермический оптимум лета, во время которого происходит созревание яйцевой продукции и яйцекладка для хлопковой совки составляет 22-28°C. При температуре ниже 15°C обмен веществ понижается и в связи с этим прекращается созревание яиц (Мержевская, О.И. 1971). Сведения о плодовитости самок хлопковой совки и жизнеспособности отложенных ими яиц предоставляет нам информацию о численности последующего поколения на участках сельскохозяйственных культур и той опасности, которую эта популяция нанесет урожаю. Определение количества поколений хлопковой совки, вредоносности каждого из них, сроков наступления стадий развития имеет большое значение для прогнозирования фитосанитарной ситуации и разработки зональных систем защиты растений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для исследования репродуктивного и копулятивного потенциала популяции хлопковой совки была использована световая ловушка, в которую отлавливались особи вредных насекомых из отряда *Lepidoptera* (в том числе – и бабочки *Heliothis armigera* (рис.1). Световая ловушка была установлена на высоте 2 метров от земли в непосредственной близости от соевого поля (одна из предпочитаемых культур для *Heliothis armigera*). Сезонный мониторинг развития популяции был

проведен, начиная с первой декады мая до третьей декады сентября месяца 2016 года.

Учет численности отловленных насекомых, а так же замена капронового сборника проводились два раза в неделю. Все отловленные насекомые после каждого учета были помещены в специальный сосуд в морозильную камеру на 15-20 минут для их обездвиживания. Были подсчитаны все отловленные бабочки, относящиеся к семейству *Noctuidae*, из которых были отделены особи *Heliothis armigera*. После определения половой принадлежности, все самцы и самки этого вида были препарированы и детально изучены под бинокулярной лупой МБС - 10 (рис. 2).

Известно, что именно по структуре гениталий самцов определяют видовую принадлежность, и поэтому исследование полового аппарата бабочек имеет важное значение в морфологии и систематике насекомых. В наших исследованиях с этой целью проводили препарирование самцов *Heliothis armigera* (рис. 3).



Рисунок 1. Сезонный мониторинг развития популяции *H. armigera* с помощью световой ловушки.



а



б

Рисунок 2. а. Имаго *Heliothis armigera*;
б. Процесс препарирования имаго *Heliothis armigera*.



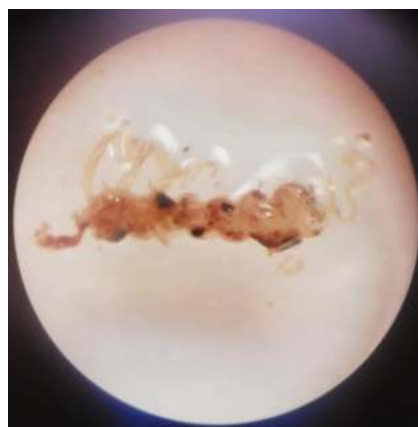
Рисунок 3. Половой аппарат
препарированного нами самца
Heliothis armigera

Самки *Heliothis armigera* нами были исследованы на предмет количества яиц и степень их зрелости в яйцевых трубках. В ходе проведенных исследований было подсчитано количество сперматозоидов в копулятивных сумках (bursa copulatrix), которое указывает на число спариваний самок (рис. 4).

Для анализа и обработки полученных данных использовали стандартный пакет программ Microsoft Office 2010 (статистические функции программы Excel – среднее арифметическое аргументов, доверительный интервал).



а



б

Рисунок 4. а. Яйцевые трубки в препарированной нами самки *Heliothis armigera* с копулятивной сумкой;
б. Копулятивная сумка в препарированной нами самке *Heliothis armigera* с тремя сперматозоидами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В результате проведенных исследований, нами была выявлена сезонная динамика активности фитофага *Heliothis armigera*, а так же определены в метеорологических условиях 2016 года, периоды начала и завершения лета популяции. Относительная влажность воздуха на протяжении сезона варьировала в зависимости от количества выпавших осадков – так, в весенний период влажность воздуха варьировала от 55% (1 декада мая) до 79% (1 декада сентября). Осадки в течение сезона выпадали неравномерно. Наибольшее их количество наблюдалось в июне, когда их сумма за месяц достигала 160-216 мм (200-300% нормы). При этом значение относительной влажности воздуха достигало 72% (2 декада июня). Однако в июле отмечался недобор осадков – на 55% территории выпало 10-40 мм (15-60% месячной нормы), а местами (35% территории), их сумма не превысила 1-8 мм (2-10% месячной нормы), и влажность воздуха снизилась до 47%. В августе также продолжался недобор осадков, на территории, на которой находится опытный участок, выпало 15-40 мм (25-70% месячной нормы), показатель влажности воздуха варьировал от 41% (1 декада сентября) до 58% (2 декада августа), что привело к снижению яйцепродукции самок хлопковой совки (Госгидромет служба 2016).

Благодаря проведенным исследованиям было выявлено, что активность первого поколения началась с третьей декады мая, а окончание лета третьего поколения отмечено в третьей декаде сентября. На протяжении всего периода проведения исследований, нами было выявлено количество поколений хлопковой совки в климатических условиях Республики Молдова, доля этого вредителя во всем комплексе совок, соотношение полов, и определено количество яиц в яйцевых трубках.

■ *H. armigera* ■ Другие виды совок

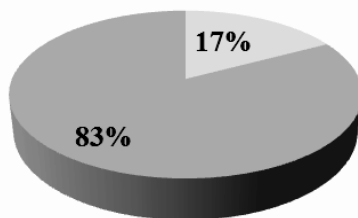


Рисунок 5. Процентное соотношение имаго *H. armigera* от общего количества совок, отловленных на световую ловушку (I декада мая – III декада сентября)

За весь сезон на выставленную нами световую ловушку было отловлено 446 имаго принадлежащих к семейству совок. Из них, количество имаго *Heliothis armigera* составило 77 особей, что составляет 17% от общего количества отловленных 8 видов совок (рис. 5).

В дальнейших исследованиях нами было выявлено соотношение полов вредителя *Heliothis armigera*. Так, количество отловленных самцов составило 45 особей, а количество самок – 32 особи, что в процентном соотношении составляет 58 и 42% соответственно. Таким образом, нами было установлено, что на световую ловушку за сезон было отловлено на 16% больше самцов, чем самок.

На протяжении всего сезона нами было исследовано количество отловленных самцов и

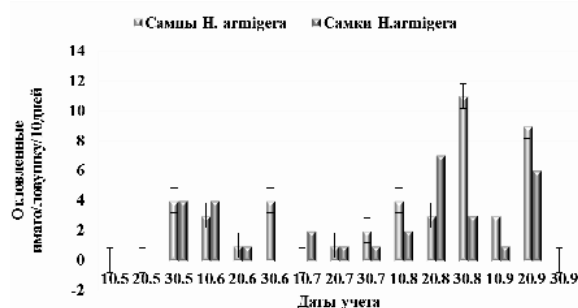


Рисунок 6. Сезонный отлов самцов и самок на световую ловушку в зависимости от периода активности популяции *H. armigera*.

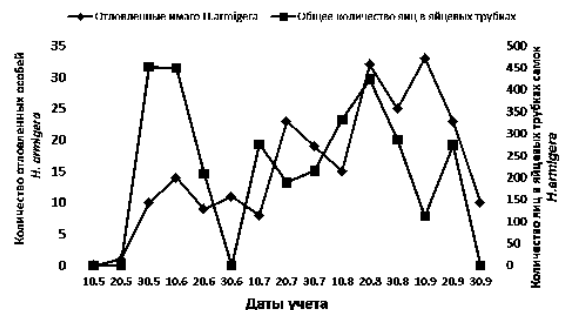


Рисунок 7. Сравнительная динамика отловленных имаго *H. armigera* на световую ловушку и количества яиц в яйцевых трубках самок.

самок в динамике. В результате анализа мы отметили, что в начале сезона самки отрождались в таком же количестве, что и самцы. Однако, начиная с третьей декады августа, было зафиксировано, что количество активных самцов значительно превысило количество самок (рис. 6).

Для оценки копулятивного и репродуктивного потенциала *Heliothis armigera* было подсчитано количество яиц в яйцевых трубках и количество сперматофор в копулятивных сумках у препарированных самок. В результате анализа было доказано, что количество яиц в яйцевых трубках не зависит от числа спариваний. Составленный график отражает количество отловленных имаго *Heliothis armigera* и количество яиц в яйцевых трубках самок. Выявлено, что максимальное количество яиц в яйцевых трубках самок *Heliothis armigera* отмечается в I и во II поколениях, которые развиваются в более благоприятный период, что способствует оптимальному выживанию особей данного вида (рис. 7).

Проведенный анализ установил, что количество яиц в яйцевых трубках препарированных самок в третьей декаде сентября было наименьшим (5 яиц/самку), что сигнализирует об окончании сезонного периода активности популяции данного вредителя. Таким образом, нами было выявлено, что в период сезонной активности развиваются три поколения хлопковой совки исходя из количества отловленных имаго на световую ловушку и из количества яиц обнаруженных в яйцевых трубках препарированных самок *Heliothis armigera*.

Нами также было продемонстрировано, что копулятивный и репродуктивный потенциал хлопковой совки зависит от череды поколений. Так, для первого поколения репродуктивный потенциал составил 37,8%, для второго поколения – 40,1%, а для третьего поколения – 22,1%.

Копулятивный потенциал самок *Heliothis armigera* составил 65% спаренных самок 1-2 раза и только 35% были спарены 3-5 раз (рис. 8).

Количество сперматофор в копулятивной сумке

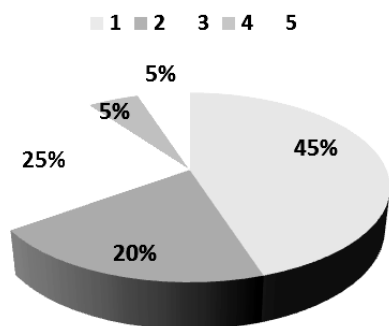


Рисунок 8. Копулятивный потенциал самок *H. armigera*.

ВЫВОДЫ

Определено, что в климатических условиях Республики Молдова, вредитель *Heliothis armigera* развивается в трех поколениях. Продолжительность развития поколений – с третьей декады мая по третью декаду сентября.

Было доказано, что репродуктивный и копулятивный потенциал вида *Heliothis armigera* зависит от череды поколений – для первого поколения репродуктивный потенциал составил 37,8%, для второго – 40,1%, а для третьего – 22,1%. Копулятивный потенциал составил 65% оплодотворенных самок с 1-2 сперматофорами, и только 35% оплодотворены 3-5 раз.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. NASTAS, T., ELISOVEȚCAIA, D., RĂILEANU, N., CHEPTINARI, V. (2013). Sexual behavior diurnal of species of insect with hidden lifestyles in optimum conditions for existence. In: Studii și cercetări științifice. Seria Biologie, vol. 22(2), pp. 78-84. ISSN 1224-919X.
2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА (2016). Характеристика метеорологических и агрометеорологических условий лета 2016 г. Доступ: <http://www.meteo.md/rus/vara2016.htm>. Дата доступа: 12.10.2016.
3. КОСОВ, В.В., ПОЛЯКОВ, И.Я. (1958). Прогноз появления и учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Москва. С. 210-222.
4. МЕРЖЕВСКАЯ, О.И. (1971). Совки (*Noctuidae*) Белоруссии. Минск: Наука и Техника. 447 с.
5. ПОСПЕЛОВ, С.М. (1989). Совки - вредители сельскохозяйственных культур. Москва: Агропромиздат. 112 с.
6. ТАНСКИЙ В. И. (1988) Биологические основы вредоносности насекомых. Москва: Агропромиздат. 182 с. ISBN 5-10-000302-2.

Data prezentării articolului: 03.04.2017

Data acceptării articolului: 24.05.2017

УДК 632.937.635.4

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ *RHEUM RHAPONTICUM* В УСЛОВИЯХ МОЛДОВЫ

Алла ГЛАДКАЯ, Татьяна ЩЕРБАКОВА, Наталья ЛЕМАНОВА

Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений Академии Наук Молдовы

Abstract. Considering the properties of *Rheum rhaponticum* secondary metabolites, we investigated the prospects for their use in biological plant protection. The aim of our research was to determine the characteristics of *Rheum rhaponticum* cultivation in the Republic of Moldova. The obtained results indicated that drip irrigation of the rhubarb plantation under the climatic conditions of the central part of Moldova is recommended. The use of Gliocladin-SC preparation, based on the fungus-antagonist *Trichoderma virens*, for the presowing treatment of *Rheum rhaponticum* seeds, is effective for increasing the germination. To protect against soil pests, we recommend to transplant *Rheum rhaponticum* seedlings when they are strong.

Key words: *Rheum rhaponticum*; Preplanting treatment; Microbial suspensions; Gliocladin-SC; Germinability.

Реферат. Рассмотрев свойства вторичных метаболитов *Rheum rhaponticum*, мы исследовали перспективу их использования для биологической защиты растений. Целью наших исследований являлось выявление особенностей выращивания *Rheum rhaponticum* в условиях Республики Молдова. Полученные результаты свидетельствуют, что в климатических условиях центральной части Молдовы плантации ревеня рекомендуется обеспечить капельным орошением. Использование для предпосевной обработки семян *Rheum rhaponticum* препарата Gliocladin – SC на основе гриба-антагониста *Trichoderma virens* эффективно для увеличения всхожести. Для защиты от почвенных вредителей высаживать *R. rhaponticum* рекомендуем окрепшей рассадой.

Ключевые слова: *Rheum rhaponticum*; Предпосевная обработка; Суспензии микроорганизмов; Gliocladin-SC; Всхожесть.

ВВЕДЕНИЕ

Ревень (*Rheum*) – многолетнее, морозоустойчивое, влаголюбивое растение, нетребовательное к свету, относится к семейству *Polygonaceae* (Зайчикова, С.Г. 2013). Размножить растение можно традиционно двумя способами — выращивая рассаду из семян или путем вегетативного размножения. Новейший способ размножения ревеня связан с методом культуры клеток (Song-Chol, Muna 2016; Maithani, U.C. 2015). Культивируется ревень ради утолщённых черешков, листьев, корней. У лекарственного ревеня используют корни, у овощного ревеня в пищу употребляют черешки. Образцы корней и черешков *Rheum rhaponticum* недавно исследовали в Институте фармакологии, Тарту, Эстония. Корень ревеня содержит антрацен и производные (4,3-4,7%): хризофанол, эмодин, алоэ-эмодин, фисцион, реин и их моно- и дигликозиды, дубильные вещества, смолы, крахмал, пектиновые вещества (Рысса, Т. et al. 2009). Применяется в медицине, косметологии. Препараты из корня растений рода *Rheum* семейства *Polygonaceae* используются для лечения сердечнососудистых, желудочно-кишечных заболеваний, а также в качестве противоопухолевых средств. Черешки овощного ревеня имеют кисло-сладкий вкус, содержат много питательных веществ, минеральных солей (калия, железа, кальция и др.), витамины С, А, В₂, РР, органические кислоты (лимонная, яблочная). Черешки употребляют в пищу как в свежем, так и в консервированном виде (Филонова, О.В. 2005).

В работах Г.И. Высочиной (2002) было установлено, что фенольные соединения являются ценными хемотаксономическими маркерами семейства *Polygonaceae* и синтез этих разнообразных низкомолекулярных веществ является характерной особенностью их метаболизма. Рассмотрев свойства вторичных метаболитов ревеня, мы исследовали перспективу его использования, в качестве источника биологически активных фенольных соединений, включая антрахиноны, флаваноиды и танины для биологической защиты растений. Однако, при попытке создания сырьевой базы для наших исследований, мы столкнулись с низкой всхожестью семян *Rheum rhaponticum*. С подобной проблемой столкнулись и другие исследователи. Было установлено, что значительное снижение всхожести лекарственного высокогорного вида *Rheum emodi* Wall ex Meissn зависит от возраста семян (Badoni, A. 2009). Семена второго года возраста полностью теряли всхожесть без предпосевной обработки.

Целью наших исследований стала разработка технологических приемов для увеличения количества и качества растительного сырья *Rheum Raponticum*. Нами решались следующие задачи:

- повышение всхожести семян ревеня при помощи предпосевной обработки суспензиями микроорганизмов и определение оптимального способа посадки;
- определение особенностей развития растений *Rheum raponticum*, в целях защиты от болезней и вредителей в условиях Молдовы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2012-2015 годах. На первом этапе в 2012 году использовали имеющийся ассортимент микроорганизмов для отбора наиболее перспективного для повышения всхожести семян *Rheum rhaponticum*. Обработку проводили суспензиями микроорганизмов *Azotobacter chroococcum*, *Agrobacterium radiobacter*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* и их комбинации, а также биопрепаратом Gliocladin-SC, основой которого является микровицет *Trichoderma virens* Miller, Giddens and Foster, штамм 3X. Суспензии использовали для замачивания семян на сутки с последующим их проращиванием (по 30 семян для каждого варианта). Препаратом Gliocladin – SC провели обработку влажным методом. Всхожесть учитывали через 7 дней, а также определяли биометрические параметры проростков. Варианты эксперимента:

1) контроль; 2) *Azotobacter chroococcum* (сем. *Pseudomonadaceae*); 3) *Agrobacterium radiobacter* (сем. *Rhizobiaceae*); 4) *Pseudomonas fluorescens* (сем. *Pseudomonadaceae*); 5) *Bacillus subtilis* (сем. *Bacillaceae*); 6) *A. chroococcum* + *B. subtilis* (2:1); 7) *A. chroococcum* + *P. fluorescens* (1:1); 8) Gliocladin-SC. В результате исследований были отобраны наиболее эффективные суспензии, с которыми был продолжен эксперимент.

В процессе наших дальнейших исследований 2013 года определяли влияние различных технологических приемов предпосевной обработки семян *R. rhaponticum* отобранными микроорганизмами на повышение их всхожести. Семена ревеня обрабатывали суспензиями микроорганизмов с последующим их проращиванием (по 100 семян для каждого варианта). В контроле использовали дистиллированную воду. Состав вариантов: 1) замачивание семян в суспензии *B. subtilis* 1%-й концентрации в течение 10 часов; 2) посев семян в паллеты с одновременным поливом *Bacillus subtilis* 0,5%-й концентрации; 3) обработка семян 5%-й водной суспензией биопрепарата Gliocladin-SC в течение 1 часа с последующим высевом в паллеты. Учеты проводили каждые 3 дня в течение двух недель. Определяли всхожесть и биометрические параметры проростков. В результате наблюдений определяли наиболее эффективные технологические приемы и суспензии микроорганизмов, повышающие всхожесть семян *Rheum rhaponticum*.

В завершающей стадии исследований была проведена обработка семян *Rheum rhaponticum* суспензией Gliocladin-SC, отобранной в предыдущих опытах, с последующим посевом в паллеты и на опытный орошаемый участок (по 200 семян для каждого варианта) с учетом рандомизации. Для контрольного варианта семена замачивали в воде. Учеты проводили в течение месяца.

Определяли влияние болезней и вредителей на повреждаемость сырья *Rheum rhaponticum* методом наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Микробиологические суспензии и их композиции были использованы для замачивания семян *R. rhaponticum* 5-летнего возраста в 2012 году. Суспензии бактерий и их композиции - *Azotobacter chroococcum*, *Agrobacterium radiobacter*, *Pseudomonas fluorescens*, *A. chroococcum* + *B. subtilis* (2:1), *A. chroococcum* + *P. fluorescens* (1:1) в различной степени ингибировали всхожесть семян и размеры проростков *R. rhaponticum*. Очевидным стимулирующим действием в сравнении с контролем обладали суспензии *B. subtilis* и *T. virens* (продуцент биопрепарата Gliocladin-SC) (рис. 1, 2).

Так, максимальная всхожесть составила 26,7% при обработке семян биопрепаратом Gliocladin-SC и бактериальной суспензией *B. subtilis*. При обработке семян суспензией *P. fluorescens* и в контроле всхожесть была одинакова и составила 23,3%. *Azotobacter chroococcum* и его композиция с *B. subtilis* (2:1) снижали всхожесть до 16,7%. При обработке семян

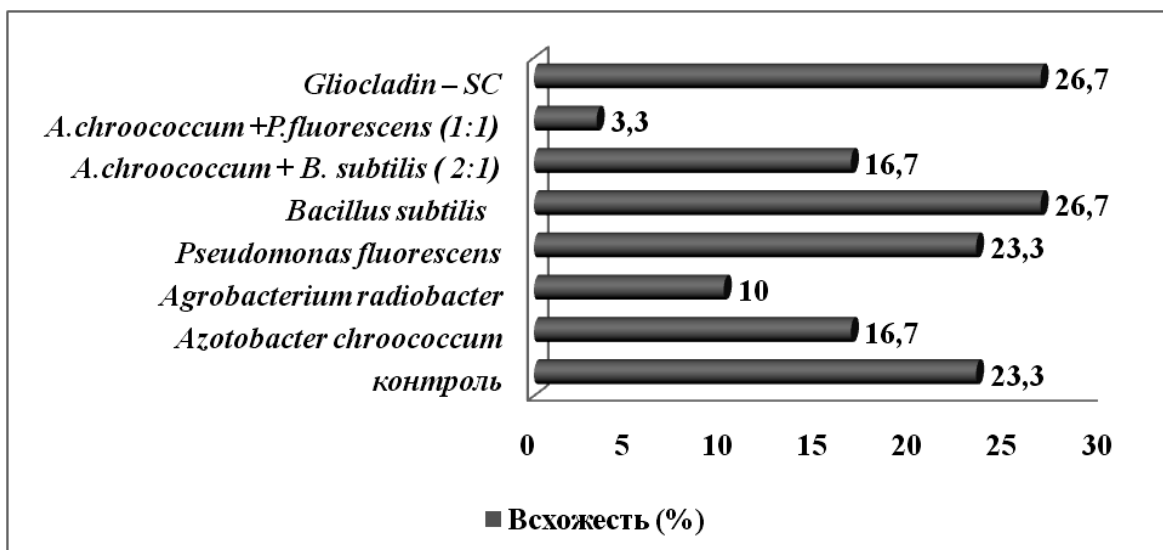


Рисунок 1. Влияние предпосевной обработки семян *R. rhaponticum* микробиологическими суспензиями на всхожесть (2012г.).

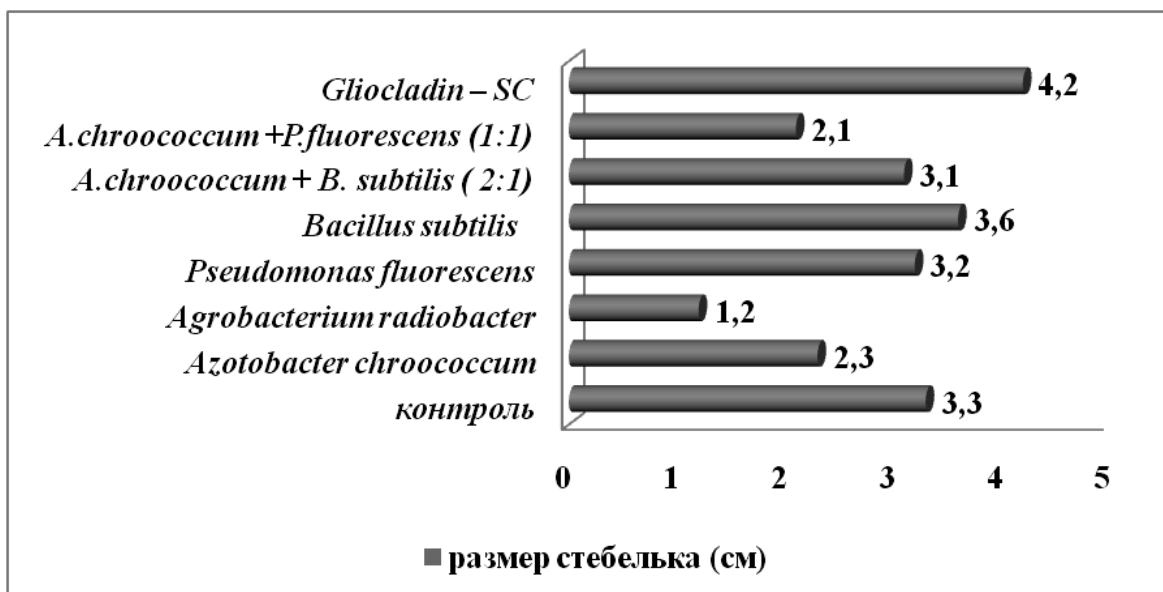


Рисунок 2. Влияние предпосевной обработки семян *R. rhaponticum* микробиологическими суспензиями на размер проростка (2012г.).

композицией *A. chroococcum* + *P. fluorescens* (1:1) всхожих семян было всего 3,3%. Длина проростка была максимальной при обработке семян биопрепаратом *Gliocladin*-SC и составила 4,2 см, при обработке суспензией *B. subtilis* длина ростка составила 3,6 см, в контроле – 3,3 см. В остальных вариантах длина ростка была ниже контроля.

Для дальнейших исследований нами были отобраны микроорганизмы с лучшими показателями – биопрепарат *Gliocladin*-SC (гриб *T. virens*) и бактериальная суспензия *Bacillus subtilis*. В 2013 году были испытаны различные технологические приемы предпосевной обработки семян *Rheum rhaponticum*. Очевидное ингибирование всех биометрических параметров проростков в варианте 1 позволило нам сразу исключить этот способ обработки семян. Вариант 2, в котором семена были высеяны в паллеты и политы суспензией *Bacillus subtilis*, обеспечил достоверную стимуляцию энергии прорастания и всхожести семян ревеня. Однако размеры проростков остались на уровне контроля. Препарат *Gliocladin*-SC (B3) достоверно и значительно стимулировал все биометрические параметры: энергию прорастания на 53%, всхожесть на 43% и размеры проростка на 0,7 см в сравнении с контролем (рис. 3, 4).

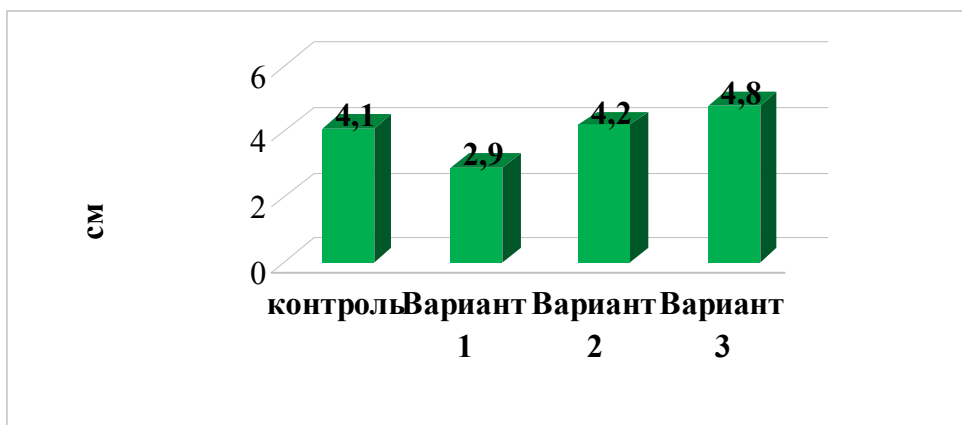


Рисунок 3. Влияние предпосевной обработки семян *R. rhaponticum* микробиологическими суспензиями на размер проростков (2013г.).

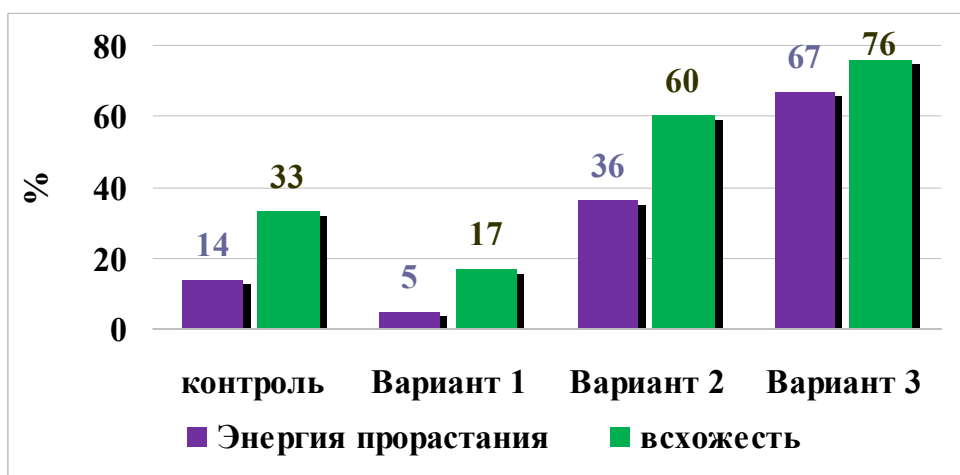


Рисунок 4. Влияние предпосевной обработки семян *R. rhaponticum* микробиологическими суспензиями на энергию прорастания и всхожесть (2013г.).

Заключительная часть опыта проводилась нами в 2015 году на основе отобранного, наиболее эффективного и технологичного варианта предпосевной обработки семян *Rheum rhaponticum* препаратом Gliocladin – SC. Был произведен посев обработанных препаратом Gliocladin – SC и контрольных семян ревеня в паллеты для рассады и высадка семян в открытый грунт на мелких делянках с учетом рандомизации. В контроле посеяны замоченные в воде семена.

Не смотря на обработку препаратом Gliocladin – SC, всхожесть семян ревеня в открытом грунте (15,15%) в условиях Молдовы оказалась значительно ниже всхожести семян, посаженных в паллеты (76,3%) (рис. 5, 6). Лабораторная всхожесть семян в паллетах на 32,3% выше лабораторного контроля и на 61,2% выше полевой всхожести.

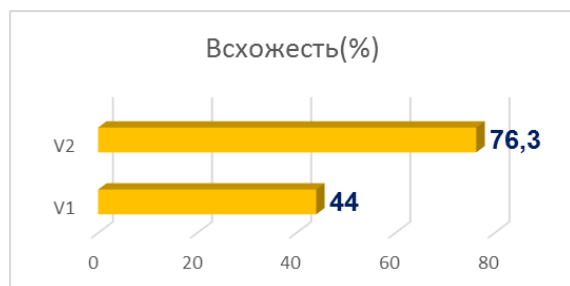


Рисунок 5. Обработанные семена высеяны в паллеты (рассада) 2015 г. V1-семена замочены в воде V2- семена обработаны Gliocladin – SC



Рисунок 6. Обработанные семена высеяны на мелкие делянки 2015 г. V1- семена замочены в воде V2 - семена обработаны Gliocladin – SC

Наши исследования соотносятся с литературными данными в том, что в процессе развития *Trichoderma virens* синтезирует широкий спектр антибиотиков (глиотоксин, виридин, триходермин, сацукаллин и др.), которые разрушают клеточные стенки фитопатогенных грибов (Алимова, Ф.К. 2006). Также *Trichoderma virens* вырабатывает биологически активные вещества, стимулирующие рост и развитие растений. В технологии возделывания ревеня для получения экологически безопасной продукции необходимо было использовать биологические методы агротехники. Гриб *Trichoderma virens* (syn. *Gliocladium virens*) Miller, Giddens and Foster является одним из эффективных агентов биологического контроля. Этот агрессивный микопаразит многих фитопатогенных грибов, может паразитировать на гифах патогенов, разрушать их покоящиеся структуры, проникать внутрь клеток, продуцировать ряд антибиотиков, снижая патогенный потенциал (Howell C.R. 2006; Lumsden, R.D. et al. 1992; Harman, G.E. 2011). В дополнение к микопаразитическому характеру, *Trichoderma virens* является активным сапрофитом, может расти на многих субстратах и поддерживать себя в отсутствие патогена (Howell, C.R. 2006; Mastouri, F. 2010). Гриб *Trichoderma virens*, как продуцент биологического препарата Gliocladin - SC, использован в нашей работе для предпосевной обработки семян ревеня (5%-ная водная суспензия).

Для получения высокого урожая нами поддерживалась оптимальная влажность почвы с помощью проведения капельного орошения. Это объясняется тем, что корневая система ревеня не уходит глубоко в почву, а испаряющая поверхность листьев очень велика, причем пластинка листа гладкая и не приспособлена к экономному расходу воды. Для закладки плантации ревеня был подобран участок, свободный от многолетних сорняков, с хорошо водопроницаемой подпочвой. При посадке были выполнены основные агротехнические требования: междурядья 25-30см, глубина заделки семян 2-3см. Наблюдения за развитием растений, болезнями и вредителями позволили выделить основного вредителя, представляющего угрозу для выращивания рассады ревеня на участке. Корни рассады ревеня подгрызала личинка хруща (рис. 7). Вредоносных болезней ревеня не обнаружено.



Рисунок 7.

Отряд: *Coleoptera* Linnaeus, 1758 = Жесткокрылые, или жуки
Подотряд: *Polyphaga* Emery, 1886 = Разноядные жуки
Надсемейство: *Scarabaeoidea* Latreille, 1802
Семейство: *Scarabaeidae* 1802 пластинчатоусые;
Род: *Melolontha* Fabricius, 1775 = Майские хрущи

Применение таких технологических приемов, как предпосевная обработка семян препаратом Gliocladin – SC, посадка ревеня 1-2-х летней рассадой, выращенной в паллетах, в сочетании с капельным орошением, способствовало увеличению всхожести семян и защите рассады от почвенных вредителей (личинка хруща). Таким образом, мы смогли определить оптимальный способ увеличения количества и качества растительного сырья *Rheum rhaponticum* (рис. 8, 9).

ВЫВОДЫ

Плантации *Rheum rhaponticum* рекомендуем обеспечить капельным орошением в экологических условиях центральной части Молдовы. Для защиты от почвенных вредителей, высаживать *Rheum rhaponticum* рекомендуем окрепшей рассадой.

В целях увеличения продуктивности *Rheum rhaponticum* рекомендуем использовать для предпосевной обработки семян препарат Gliocladin – SC.



Рисунок 8. Лабораторная всхожесть семян *R. rhaponticum*, обработанных *Gliocladin* – SC



Рисунок 9. Орошаемый опытный участок *R. rhaponticum* в центральной части Молдовы

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. BADONI, A., BISHT, C., CHAUHAN, J. S. (2009). Seed Age Effect on Germinability in Seeds of *Rheum emodi* Wall. ex Meissn: An Endangered Medicinal Plant of Garhwal Himalaya. In: New York Science Journal, nr. 2(4), pp. 81-84. ISSN 1554-0200.
2. HARMAN, G.E. (2011). Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity. In: New Phytologist, vol. 189(3), pp. 647-649. ISSN 1469-8137.
3. HOWELL, C.R. (2006). Understanding the mechanisms employed by *Trichoderma virens* to effect biological control of cotton diseases. In: Phytopathology, vol. 96(2), pp. 178-180. DOI: 10.1094/PHYTO-96-0178
4. LUMSDEN, R.D. et al. (1992). Isolation and localization of the antibiotic gliotoxin produced by *Gliocladium virens* from alginate prill in soil and soilless media. In: Phytopathology, vol. 82, pp. 230-235. ISSN 0031-949X.
5. MAITHANI, U.C. (2015). In-vitro Propagation Studies of *Rheum moorcroftianum* Royle: A Threatened Medicinal plant from Garhwal Himalaya. In: International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, vol. 4(6), pp. 596-599. ISSN 2319-7692.
6. MASTOURI, F., BJORKMAN, T., HARMAN, G. (2010). Seed treatments with *Trichoderma harzianum* alleviate biotic, abiotic and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. In: Phytopathology, vol. 100, pp. 1213-1221. ISSN 0031-949X.
7. PÜSSA, T., RAUDSEPP, P., KUZINA, K., RAA, A. (2009). Polyphenolic composition of roots and petioles of *Rheum rhaponticum* L. In: Phytochemical Analysis, vol. 20, pp. 98-103. ISSN: 1099-1565.
8. SONG-CHOL, Mun, GWAN-SIM, Mun. (2016). Development of an efficient callus proliferation system for *Rheum coreanum* Nakai, a rare medicinal plant growing in Democratic People's Republic of Korea. In: Saudi Journal of Biological Sciences, vol. 23(4), pp. 488-494. DOI 10.1016/j.sjbs.2015.05.017
9. АЛИМОВА, Ф.К. (2006). Некоторые вопросы применения препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* в сельском хозяйстве. В: АГРО XXI, № 4-6, с. 18-21. ISSN 2073-2732.
10. ВЫСОЧИНА, Г.И. (2002). Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных: *Polygonaceae* Juss: автореф. дис. ... д-ра биологич. наук. Новосибирск, 31 с.
11. ЗАЙЧИКОВА, С.Г., БАРАБАНОВ Е.И. (2013). Ботаника. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 304 с. ISBN 978-5-9704-2491-9.
12. ФИЛОНОВА, О. В. (2005). Технология комплексной переработки ревеня. В: Пищевая технология, № 5-6, с. 67-69. ISSN 0579-3009.

Data prezentării articolului: 03.04.2017

Data acceptării articolului: 24.05.2017

УДК 633.34 : 631.531.027 : 632.35

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНЕЙ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

Виктор МИКОЛАЕВСКИЙ¹, Валентина СЕРГИЕНКО¹, Людмила ТИТОВА²

¹ Институт защиты растений Национальной Академии Наук Украины

² Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного Национальной Академии наук Украины

Abstract. The influence of soybean seed inoculation with microbial formulations on diseases development during the growing season and on crop yield is presented. The work was carried out on three soybean varieties of different ripening. It was established that the bacterial formulations (Rizobin and Bacterial fertilizer) based on *Bradyrhizobium japonicum*, and the complex formulation significantly improved plant growth and development, and also promoted the reduction of the main diseases incidence. Their effectiveness against *Alternaria* and downy mildew was at the level of the chemical fungicide Maxim XL 035 FS effectiveness, while against soybean bacteriosis – by 8-10% above it. Bacterial formulations promoted the increase of the grain yield of Medea, Moravia and Madison cultivars by 88%, 50% and 18% respectively in comparison with the control. The largest increase of soybean yield was provided by the complex formulation, Rizobin and the combined use of the formulations Maxim XL 035 FS with Rizobin.

Key words: Soybean; Bacterial formulations; Seed treatment; Development of diseases; Crop yield.

Реферат. Приведены результаты исследований влияния инокуляции семян сои микробными препаратами на развитие болезней в период вегетации и урожай культуры. Работа проводилась на трех сортах сои разных сроков созревания. Установлено, что бактериальные препараты на основе *Bradyrhizobium japonicum* (бактериальное удобрение и Ризобин) и комплексный препарат значительно улучшали рост и развитие растений, а также способствовали снижению пораженности основными болезнями. Их эффективность против альтернариоза и пероноспороза была на уровне эффективности химического фунгицида Максим XL 035 FS, а против бактериоза сои – на 8-10% выше. Бактериальные препараты способствовали увеличению урожая зерна сои сортов Медея, Моравия и Медисон в среднем на 88%, 50,0% и 18% по сравнению с контролем. Наибольший прирост урожая сои обеспечили комплексный инокулянт, Ризобин и комбинированное применение препаратов Максим XL 035 FS с Ризобином.

Ключевые слова: Соя; Бактериальные препараты; Обработка семян; Развитие болезней; Урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших факторов снижения потерь урожая сои (*Glycine max* (L.) Merrill) является обработка семян протравителями, защищающими растения от болезней и вредителей, а также применение инокулянтов на основе микросимбионтов *Bradyrhizobium japonicum*, способствующих повышению стрессоустойчивости и продуктивности культуры. Растения сои с активным симбиотическим аппаратом более устойчивы к корневым гнилям, фузариозному и вертициллезному увяданию и другим болезням.

Кроме того, биологические препараты, защищая растения от фитопатогенной микробиоты и вредителей, позволяют снижать нормы внесения пестицидов (Дидович, С.В. и др. 2010; Толкачев, Н.З. 2001). Применение биологических препаратов Микосана-Н и Триходермина в сочетании с комплексным инокулянтом Эковитал позволило уменьшить развитие септориоза в 1,9 - 2,4 раза, аскохитоза – на 13,6 - 36,0%, пероноспороза – на 13,0 - 57,5%, повысить массу 1000 зерен сои на 1,39 - 2,78 г, урожайность – на 0,51 - 0,52 т / га (Кошевский, И.И. Ляска, С.И. 2014).

Целью работы было изучение влияния обработки семян сои различных сортов бактериальными препаратами на развитие болезней в период вегетации и на урожайность.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работу выполняли в течение 2013-2014 гг. на Государственном предприятии «Экспериментальная база (ГП ЭБ) «Александрия» Белоцерковского района Киевской области. Почва – чернозем малогумусный с содержанием гумуса 2,6%, pH – 5,6.

Обработку семян перед посевом проводили бактериальными препаратами на основе ризобий сои: *Bradyrhizobium japonicum* PC-08 (Бактериальное удобрение) селекции ИФРГ НАНУ, *Bradyrhizobium*

japonicum УКМ В-6023 (Ризобин) и комплексным бинарным препаратом *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6023 + *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 (штаммы селекционированы в ИМВ НАНУ). Титр биопрепаратов составлял $2,0 \cdot 10^9 - 5,0 \cdot 10^9$ кл./мл. Действие биологических препаратов сравнивали с действием химического протравителя Максим XL 035 FS, т.к.с. (флудиоксонил, 25 г/л + металаксил-М, 10 г/л). Одним из вариантов опыта было также совместное применение препарата Максим XL 035 FS с биопрепаратом Ризобин при последовательной обработке семян химическим, а затем биологическим препаратом. Норма расхода химического протравителя в этом варианте была снижена на 25%. Опыты проводили на сортах различных сроков созревания: Медея (раннеспелый), Медисон (среднеранний) и Моравия (среднеспелый).

Посев сои осуществляли поделяночно специальной селекционной сеялкой из расчета 800 тыс. растений на 1 га. Площадь опытных участков составила 10 кв.м., повторность – 4-кратная.

В течение вегетационного периода определяли развитие болезней в динамике и урожайность культуры по общепринятым методикам. Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью компьютерной программы «Statgraphics».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проведенные исследования показали, что обработка семян микробиологическими препаратами положительно повлияла на рост и развитие растений сои. Физиологическое состояние растений в вариантах с использованием бактериальных препаратов было лучшим по сравнению с контролем: растения были более мощными, имели более развитый фотосинтетический аппарат с интенсивной зеленой окраской, меньше поражались фитопатогенами.

Наиболее распространенными болезнями в период вегетации на сортах Медея и Моравия были бактериоз в виде бактериального ожога, ложная мучнистая роса (пероноспороз) и альтернариоз; на сорте Медисон – альтернариоз, пероноспороз и фузариозное увядание. Наименьшим развитием характеризовались бактериоз на сортах Медея (1,2-5,2%) и Моравия (2,1-11,4%) и фузариозное увядание на сорте Медисон (0,6-3,2%). В наибольшей степени растения всех сортов сои поражались альтернариозом (от 6,2% на сорте Моравия до 28,0% на сорте Медисон). Развитие пероноспороза на сортах Медея, Моравия и Медисон находилось на уровне 1,2-3,8%, 1,8-5,5% и 3,2-26,8% соответственно (табл. 1).

Инокуляция семян способствовала снижению заболеваемости растений. Биологические препараты эффективно контролировали бактериозы: эффективность их действия на исследуемых сортах составила в среднем 42,8- 64,4% в фазу цветения и 38,5-64,9% в фазу образования бобов. Самую низкую эффективность биопрепараты проявили против альтернариоза сои. На сортах Медея и Моравия она составила в среднем 17,1-39,6%, а на сорте Медисон была выше – 41,3-68,3% (табл. 2). Эффективность бактериальных препаратов против одной из наиболее распространенных болезней – пероноспороза – находилась на уровне 16,7-61,9% в фазу цветения и 26,3-65,7% в фазу образования плодов. Высокую эффективность (81-100%) обеспечили бактериальные препараты и против фузариозного увядания.

Следует подчеркнуть, что развитие болезней сои при использовании химического препарата Максим XL 035 FS незначительно отличалось от вариантов с биологическими препаратами. Самым низким развитием в этом варианте охарактеризовался пероноспороз, а самым высоким – бактериоз. Эффективность препарата на исследуемых сортах против пероноспороза составляла 33,3-57,1% в фазу цветения и 34,2-52,7% в фазу образования плодов, против альтернариоза – 28,8-65,1% и 28,0-56,4% соответственно, против бактериоза – на уровне 35,7-50,7% и 30,8-55,3% (табл. 2).

Совместное применение препаратов Максим XL 035 FS, т.к.с. и Ризобин также оказало положительное влияние на снижение заболеваний сои. Развитие болезней в этом варианте практически на всех сортах было несколько ниже, чем при обработке отдельно взятыми препаратами. Наиболее эффективно подавлялись бактериоз и пероноспороз сои.

Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами положительно повлияла не только на состояние и развитие растений, но и на повышение их продуктивности. В этих вариантах было большее количество бобов на растении, их масса, что обеспечило в целом более высокий урожай зерна.

Таблица 1. Развитие болезней сои при обработке семян исследуемыми препаратами, % (2013-2014 гг.)

Вариант опыта	Фаза цветения			Фаза образования бобов		
	бактериоз	пероноспороз	альтернариоз	бактериоз	пероноспороз	альтернариоз
Сорт Медея						
Контроль (без обработки)	2,8	1,8	12,5	5,2	3,8	17,5
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	1,2	1,5	9,1	3,0	2,8	13,8
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	1,2	1,2	8,4	3,2	2,6	14,5
Ризобин, 2,0 л/т	1,6	1,4	8,6	3,2	2,5	11,6
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	1,2	1,2	8,2	2,8	2,0	10,5
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	1,8	1,2	8,9	3,6	2,5	12,6
HCP ₀₅	0,6	0,2	2,4	1,2	1,0	2,4
Сорт Моравия						
Контроль (без обработки)	7,3	3,8	9,6	11,4	5,5	20,2
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	3,6	2,8	6,2	5,1	3,2	12,8
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	2,8	2,2	6,5	4,2	2,6	14,5
Ризобин, 2,0 л/т	2,6	1,8	6,0	4,0	2,5	12,2
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	2,1	1,8	6,4	3,8	2,2	12,5
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	3,6	2,2	6,6	4,2	2,6	12,8
HCP ₀₅	0,7	1,1	2,3	1,7	1,9	3,2
Сорт Медисон						
Вариант опыта	фузариозное увядание	пероноспороз	альтернариоз	фузариозное увядание	пероноспороз	альтернариоз
Контроль (без обработки)	2,8	8,4	12,6	3,2	26,8	28,0
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	0,2	3,2	4,2	0,6	14,2	16,4
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	0	3,7	4,0	0	9,2	14,6
Ризобин, 2,0 л/т	0	4,2	4,6	0	12,4	14,2
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	0,6	4,2	3,6	0,6	12,4	14,8
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	0	3,6	4,4	1,2	16,8	12,2
HCP ₀₅	0,02	2,3	1,2	0,05	3,1	3,6

На исследуемых сортах сои отмечали разное количество бобов на растении, что является одной из биологических особенностей сорта. На сорте Медея их насчитывали в среднем 19-32 на 1 растение, на сорте Моравия – 29-42, на сорте Медисон – 40-54 шт./растение (табл. 3).

В вариантах с использованием бактериальных препаратов количество бобов на растении было на 23-63% больше по сравнению с контролем. Наивысший урожай был получен на сорте Медисон – 5,6-6,0 т/га в опытных вариантах и 4,9 т/га в контроле. На сорте Моравия урожайность составляла соответственно 5,1-5,8 т/га и 3,8 т/га, на сорте Медея – 4,0-5,5 т/га при 2,5 т/га в контроле. В целом урожай сои во всех вариантах с применением бактериализации семян на сортах Медея, Моравия и Медисон составил в среднем на 88%, 50% и 18% больше, чем в контроле. Самый высокий прирост урожая на сорте Медея обеспечил комплексный инокулянт, на сортах Моравия и Медисон – препарат Ризобин и совместное применение препаратов Максим XL 035 FS + Ризобин.

ВЫВОДЫ

Предпосевная обработка семян сои исследованными бактериальными препаратами положительно влияла на развитие растений, способствовала снижению уровня пораженности их фитопатогенами и повышению урожайности.

Эффективность защитного действия бактериальных препаратов против альтернариоза и пероноспороза сои практически была на уровне химического протравителя Максим XL 035 FS, а эффективность их против бактериоза сои была на 8-10% выше.

Исследуемые сорта сои в разной степени поражались болезнями в период вегетации и

Таблица 2. Биологическая эффективность бактериальных препаратов против болезней сои в период вегетации, %

Вариант	Фаза цветения			Фаза образования бобов		
	бакте- риоз	перонос- пороз	альтер- нариоз	бакте- риоз	перонос- пороз	альтер- нариоз
Сорт Меделя						
Контроль (без обработки)	-	-	-	-	-	-
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	57,1	16,7	27,2	42,3	26,3	31,1
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	57,1	33,3	32,8	38,5	31,6	17,1
Ризобин, 2,0 л/т	42,8	22,2	31,2	38,5	34,2	33,7
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	57,1	33,3	34,4	46,2	47,4	40,0
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	35,7	33,3	28,8	30,8	34,2	28,0
Сорт Моравия						
Контроль (без обработки)	-	-	-	-	-	-
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	50,7	26,3	35,4	55,3	41,8	36,6
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	64,4	42,1	32,3	63,2	52,7	28,2
Ризобин, 2,0 л/т	64,4	52,6	37,5	64,9	54,5	39,6
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	71,2	52,6	33,3	66,7	58,2	38,1
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	50,7	42,1	31,3	55,3	52,7	36,6
Сорт Медисон						
Вариант	фузари- озное увядание	перонос- пороз	альтерна- риоз	фузари- озное увядание	перонос- пороз	альтер- нариоз
Контроль (без обработки)	-	-	-	-	-	-
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	92,9	61,9	66,7	81,3	47,0	41,3
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	100	55,9	68,3	100	65,7	48,9
Ризобин, 2,0 л/т	100	50,0	63,5	100	53,7	49,3
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	78,6	50,0	71,4	81,3	53,7	47,1
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	100	57,1	65,1	62,5	37,3	56,4

Таблица 3. Влияние бактериальных препаратов на урожайность сои (среднее за 2013-2014 гг.)

№ п/п	Вариант	Количество бобов		Урожай		
		шт./раст., X± S _x	шт./м ²	г/м ²	т/га	% к контролю
Сорт Медей						
1	Контроль (без обработки)	19±3	977	247	2,5	-
2	Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	31±2	1550	441	4,4	176,0
3	Ризобин, 2,0 л/т	29±4	1452	472	4,7	188,0
4	Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	32±3	1600	547	5,5	220,0
5	Максим XL 035 FS, 0,75 л/т + Ризобин, 2,0 л/т	21±3	1005	420	4,2	168,0
6	Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	19±3	966	396	4,0	160,0
	НСП ₀₅			8,1		
Сорт Моравия						
1	Контроль (без обработки)	29±3	987	379	3,8	-
2	Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	41±5	1550	515	5,2	136,8
3	Ризобин, 2,0 л/т	39±4	1452	562	5,6	147,4
4	Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	42±3	1600	514	5,1	134,2
5	Максим XL 035 FS, 0,75 л/т + Ризобин, 2,0 л/т	33±3	1105	581	5,8	152,6
6	Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	40±5	1184	551	5,5	144,7
	НСП ₀₅			15,2		
Сорт Медисон						
1	Контроль (без обработки)	40±2	1495	489	4,9	-
2	Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	45±4	1752	556	5,6	114,3
3	Ризобин, 2,0 л/т	54±3	1636	604	6,0	122,4
4	Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	49±3	1826	579	5,8	118,4
5	Максим XL 035 FS, 0,75 л/т + Ризобин, 2,0 л/т	49±4	1609	589	5,9	120,4
6	Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	45±3	1780	576	5,8	118,4
	НСП ₀₅			18,7		

значительно отличались по урожайности. Наименьшим развитием болезней и более низкой урожайностью отличался раннеспелый сорт Медея. Сорта средних сроков созревания Моравия и Медисон в большей мере поражались болезнями, но и продуктивность этих сортов была значительно выше.

Высокий защитный и хозяйственный эффект обеспечивает также комбинированное применение химического протравителя с биологическим препаратом Ризобин, где норма расхода химического препарата была снижена на 25%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДИДОВИЧ, С.В., ЩИГОРЦОВА, Е.Л., АБДУРАШИТОВ, С.Ф. (2010) Биологизация технологий выращивания зернобобовых культур. В: Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: матер. VII Междун. конф., Минск, 31 мая-4 июня 2010 г., с. 233-235.
2. КОШЕВСЬКИЙ, І.І., ЛЯСКА, С.І. (2014) Вплив інокуляції сої біологічними препаратами на розвиток грибних хвороб. В: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Біологія, біотехнологія, екологія, Вип. 204, с. 127-131.
3. ТОЛКАЧЕВ, Н.З. (2001) Симбиотическая азотфиксация – экологически безопасный путь повышения продуктивности земледелия. В: Вісник ОНУ. Серія Біологія, т. 6, вип. 4, с. 309-312.

Data prezentării articolului: 15.12.2016

Data acceptării articolului: 29.01.2017

УДК 633.3 : 631.675.6

ПОТРЕБНОСТЬ ВО ВЛАГЕ РАСТЕНИЙ СТЕВИИ *STEVIA REBAUDIANA BERTONI* ВО ВРЕМЯ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗВИТИЯ

*Инга КУЗНЕЦОВА**Национальная академия аграрных наук Украины*

Abstract. The paper presents research results on the water absorption capacity of stevia plants. It was established that, before the first flowering phase, the plants absorb about 2790-2850 ml of moisture. The half of moisture is absorbed by the plants in the first 14 days after seedling planting on ground. At this stage, the thickness of the leaf apparatus increases by 50% of the total thickness. The influence of planting density (45x18 cm; 45x16 cm; 45x12 cm) on biometric indices and water absorption capacity of plants was studied. Closer spacing (45x12 cm) causes the reduction of plant height to 42 cm and leaf surface area to 4,5 cm². In addition, the concentrated spacing also causes the increase of the transpiration rates and transpiration coefficient. Therewith, the intensity of moisture evaporation from the surface of leaf apparatus remains unchanged at different planting densities. Increasing planting density from 45x18 cm to 45x12 cm reduces water absorption capacity of plants by 37-40%.

Key words: Stevia; Watering; Planting density; Water absorption.

Реферат. В работе представлены результаты исследований по способности поглощения влаги растениями стевии. Установлено, что до фазы I цветения растения поглощают 2790-2850 мл влаги. Половину влаги растения поглощают в первые 14 дней после посадки рассады в грунт. В данное время увеличивается толщина листового аппарата на 50% от общей толщины. Исследовано влияние густоты посадки (45x18 см; 45x16 см; 45x12 см) на биометрические показатели растений и способность поглощения влаги. Увеличение концентрации посадки по схеме 45x12 см приводит к снижению высоты растений до 42 см и площади листовой поверхности до 4,5 см². Кроме того, концентрированная посадка растений способствует увеличению интенсивности транспирации влаги по растениям и коэффициенту транспирации. При этом интенсивность испарения влаги с поверхности листового аппарата остаётся неизменной при разной густоте посадки. Увеличение густоты посадки с 45x18 см до 45x12 см снижает способность водопоглощения влаги растениями на 37-40%.

Ключевые слова: Стевия; Полив; Густота посадки; Водопоглощение.

ВВЕДЕНИЕ

Содержание влаги в листьях характеризует эколого-физиологические особенности растений и устанавливает механизмы их адаптации к окружающей среде. Проникая во все органы растения, вода создает непрерывную фазу, обеспечивая связь между органами и движение питательных веществ в растении (Опарин, А.И. 1976). Водный баланс растения определяется соотношением между поглощением влаги корневой системой и выпариванием из поверхности слоеного аппарата воды. F.J. Veihmeyer и A.H. Hendrickson (1955) установили, что «даже при содержании влаги в почве близкого к значению, которое обеспечит подвяливание растения, необходимо потратить для исключения 1 грамма влаги из почвы 0,4 кал. В то же время для выпаривания 1 грамма влаги из поверхности листового аппарата необходимо потратить 590 кал. Следовательно, корневая система растений пронизывает почву не равномерно, образуя разреженную систему». При этом устьица листьев открываются независимо от уровня сухости почвы и для южных растений даже до время их подвяливания (Пенман, Х.Л. 1968).

При выращивании сельскохозяйственных культур большое значение имеет эффективность использования воды растениями, показателем которой служит транспирационный коэффициент. Определение продуктивного использования воды растением используется в дальнейшем при разработке рациональных агротехнических приемов.

Целью работы было изучить потребность во влаге растений стевии во время вегетативного развития.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены на опытных участках расположенных в Винницкой области (с. Марьяновка) и Киевской области (Государственное предприятие «Агрофирма «Веселиновка») на общей площади 0,3 и 0,25 га, соответственно.

Определение биометрических показателей проводили согласно общепринятым методикам: Б.А. Доспехов (1979) и Н.В. Роик и др. (2014). Лабораторно-полевым методом анализа было определено влияние водопоглощения на биометрические показатели стевии: высота и ширина куста, общая масса наземной части (в расчётах использовано количество сухих веществ в общей литевой массе), плотность зеленых листьев.

Общее количество поглощённой влаги растением при вегетативном росте определяли с использованием «потометра». Площадь листовой поверхности определяли методом Н.К. Полякова по эллипсной модели листовой пластинки (Николенко, В.В., Котов, С.Ф. 2010; Потапов, В.А. и др. 1998; Gibson, J.P. et al. 2006; Schulze, E.D. et al. 2005) с переводным коэффициентом 0,65 (Дзюба, О.О. 1999). Транспирационный коэффициент рассчитывали по отношению сухих веществ растений, выращенных на опытных участках при разной густоте посадки к общему количеству влаги, расходуемой растением при вегетативном росте. Интенсивность транспирации (I_t , г/м² × час) рассчитывали по формуле:

$$I_t = \frac{10000 \times C}{S \times t}$$

где: C - убыль в весе основного листка после срезания наземной части стевии и её высушивания, г;

S - площадь листа, см²;

t - продолжительность опыта, час.

Интенсивность испарения (I_E , г/м² × час) рассчитывали по такой же формуле как интенсивность транспирации, только C рассчитывали как разницу между массой листка при срезе вегетативной части и массой листка рассады стевии. Величину относительной транспирации (T) рассчитывали как отношение интенсивности транспирации к интенсивности испарения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Растение рассады стевии имеет высоту от 6 до 15 см (рис. 1) наземной части и реагирует на количество влаги, поступающей в процессе вегетативного развития: при обильном поливе сверху появляются бурые пятна на краях листового аппарата, что приводит к быстрой гибели растения.

(фото И.В. Кузнецовой)



Рисунок 1. Растение рассады стевии перед посадкой в открытую почву

Растение с 4-8 парными листками наиболее уязвимо к внешним факторам и высокая интенсивность поступления влаги приводит к ее гибели. В данный период растения нуждаются в значительном увлажнении для обеспечения процесса фотосинтеза. Следовательно, внесение влаги в почву должно осуществляться в зону прикорневого питания, которое обеспечит поступление необходимого количества воды для роста растения.

Посадка рассады в почву является наиболее ответственным периодом при выращивании стевии. В этот период обычно рассада находится под действием высоких температур, которые в данном случае являются составляющей стрессовых действий на формирование биологически активного потенциала растения. В растительных тканях растет концентрация свободных ингибиторов роста, и в первую очередь абсцизовой кислоты. В тоже время происходят реакции образования этилена и формирования белков теплового шока. Согласно одной из схем стрессовых действий на растение исследователями Р.К. Салаяевым и В.И. Кефели отмечено, что в процессе адаптации к стрессу сладкие вещества проявляют способность стрессовых

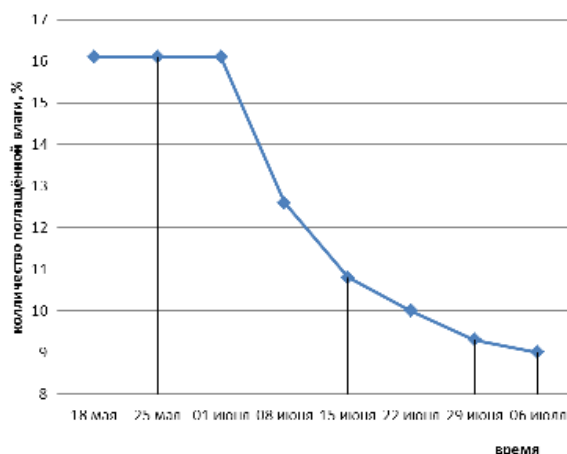


Рисунок 2. Потребление влаги во время роста растения стевии

потребляет в течение III декады мая после посадки в грунт. В начале I декады июня расходы потребления влаги растения снижаются на 12,6% и в I декаде июля её расходы составляют 9% от общего количества употребленной влаги. Следовательно, во время выращивания стевии для обеспечения нормального развития, растение поглощает 2790-2850 мл влаги. Увеличение части воды при поливе в I декаде июня приводит к развитию гипоксии и нарушению транспорта веществ в корневую систему. При избыточном количестве влаги, которая поступает на поверхность почвы во время полива, происходит частичное затопление корневой системы. В данной зоне корневой системы накапливается этилен и аминокислота, которая транспортируется по ксилеме и преобразуется в листьях в этилен и индуцирует образование абсцизовой кислоты (Пенман, Х.Л. 1968). При этом нарушается газообмен, ингибируется фотосинтез, и сладкие вещества почти не образуются. После определения скорости поглощения воды растением в определенных условиях срезают надземную часть растения. Погодные условия июля способствуют росту растений с оставшегося стебля наземной части. В данный период поглощение воды корневой системой будет продолжаться, но с меньшей скоростью.

На опытных участках маточника (рис. 3а) отмечено, что при недостаточном обеспечении влагой маточник имеет хорошо сформированные, но разреженно расположенные кусты. Более слабые растения при недостаточном поступлении влаги, которые при посадке имели не больше 4-пар листов, погибли.



а



б

Рисунок 3. Маточник стевии (Винницкая обл.):

а – опытный участок, б – куст. (фото И.В. Кузнецовой)

протекторов, а полиамины и этилен – адаптогенов. В результате снижается интенсивность физиологических процессов, ингибируются процессы роста и фотосинтеза (Пенман, Х. Л. 1968).

Учитывая чувствительность растений во время адаптации в открытой почве, устанавливали оптимальное количество поглощенной влаги растением во время выращивания до I фазы цветения. Полив рассады проводят утром или вечером, с расходами воды 400-450 мл на одно растение. Характеристика данного процесса описана зависимостью количества потребления влаги в период вегетативного развития (рис. 2).

Основную часть влаги (48,3%) растение

С одной стороны высокая температура воздуха способствует прохождению процесса фотосинтеза и ускоряет процесс физиологической спелости (хорошо сформированы кусты, I фаза цветения), однако не достаточное количество влаги приводит к пожелтению значительного количества листов на отдельных кустах (рис. 3б). тщательный досмотр за маточником и обеспечение постоянного равномерного полива при выращивании (рис. 4) способствует получению хорошо сформированных кустов.



Рисунок 4. Маточник стевии на опытном участке Государственного предприятия «Агрофирма «Веселиновка»» (Киевская обл.)
(фото И.В. Кузнецовой)

От содержания влаги зависят концентрация клеточного сока и водный потенциал отдельных органов растения. Листок – это основной ассимилирующий орган растения, в котором образуются органические вещества - структурно-энергетический материал для всего растительного организма (Николенко, В.В., Котов, С.Ф. 2010). Молекулы воды имеют больший дипольный момент на единицу поверхности, чем молекулы других веществ, что увеличивает уровень её абсорбции полярными веществами (Опарин, А.И. 1967). Взаимодействие молекул

воды в системе биологически ценных веществ листового аппарата обеспечивает определённые свойства растению, одним из которых является формирование (в процессе выращивания) и поддержка (в процессе хранения) «тургора» листового аппарата. Исследовано влияние водопоглощения растения на тургор листового аппарата (рис. 5).

В процессе роста при поглощении 50% от общей нормы влаги плотность листового аппарата увеличивается до 1 мм, что составляет половину от общей толщины. В дальнейшем, не смотря на уменьшение поступающего количества влаги, плотность листьев увеличивается, образуя крепкий тургор листового аппарата.

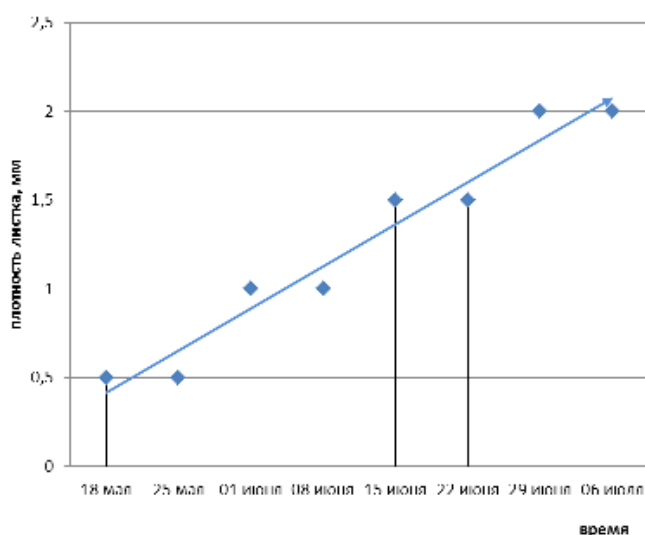


Рисунок 5. Водопоглощение листовым аппаратом

В общем, после посадки рассады в открытую почву толщина листового аппарата возрастает в

4 раза. Регулирование технологического режима выращивания путем установления водного и подпитывающего баланса способствует образованию сладких веществ и улучшает развитие структуры куста.

В полевых условиях проводили исследования по влиянию густоты посадки растений на биометрические показатели при водопоглощении 2790-2850 мл. В полевых условиях была определена зависимость водопоглощающей способности растений от густоты посадки в подзонах достаточного (Винницкая обл.) и недостаточного (Киевская обл.) увлажнения (табл. 1).

Таблица 1. Биологическая характеристика стевии

Схема посадки см	год	Высота растения, см	Масса листка, г		ПЛП ф. см ³	Коэффициент транспирации	Интенсивность транспирации (I _t), г/ м ² ×час	Интенсивность испарения (I _e), г/ м ² ×час	Относительная транспирация (Т)
			сырой	сухой					
Винницкая область									
45x18	2011	57±0,35	0,120	0,042	8,02	650	0,92	5,34	0,17
	2012	57±0,36	0,117	0,047	8,27	660	0,80	5,34	0,15
	2013	55±0,37	0,119	0,039	8,18	630	0,93	5,70	0,16
	2014	54±0,36	0,121	0,041	8,19	610	0,77	5,72	0,14
	2015	51±0,37	0,125	0,037	7,55	600	1,11	6,10	0,18
45x16	2011	53±0,4	0,118	0,037	6,68	820	1,14	5,70	0,20
	2012	56±0,33	0,116	0,040	6,81	820	1,05	5,50	0,19
	2013	55±0,36	0,122	0,038	6,79	820	1,17	5,89	0,20
	2014	49±0,36	0,117	0,035	4,88	790	1,59	5,70	0,28
	2015	48±0,33	0,116	0,033	6,75	830	1,16	5,69	0,21
45x12	2011	53±0,34	0,121	0,035	5,13	900	1,58	5,89	0,27
	2012	54±0,37	0,125	0,037	5,09	870	1,63	6,12	0,27
	2013	52±0,32	0,119	0,036	4,93	870	1,59	5,77	0,28
	2014	53±0,34	0,115	0,036	6,81	880	1,09	5,55	0,20
	2015	42,5±0,35	0,118	0,028	4,62	890	1,78	5,81	0,31
Киевская область									
45x18	2011	53±0,355	0,123	0,041	7,92	620	0,98	5,96	0,16
	2012	55±0,35	0,126	0,039	8,24	640	1,00	6,10	0,16
	2013	53±0,36	0,121	0,038	8,11	620	0,97	5,87	0,17
	2014	53±0,36	0,124	0,039	8,10	650	0,99	5,95	0,17
	2015	52±0,36	0,120	0,036	7,57	630	1,05	5,83	0,18
45x16	2011	51±0,39	0,125	0,035	6,54	790	1,08	5,83	0,19
	2012	54±0,33	0,122	0,036	6,75	830	1,21	5,95	0,20
	2013	53±0,35	0,126	0,032	6,69	800	1,33	6,29	0,22
	2014	51±0,33	0,124	0,032	6,73	820	1,29	6,18	0,21
	2015	48±0,35	0,122	0,035	6,51	790	1,26	6,00	0,21
45x12	2011	49±0,34	0,119	0,031	5,08	820	1,64	5,95	0,28
	2012	52±0,33	0,121	0,031	5,01	890	1,70	6,10	0,28
	2013	48±0,34	0,117	0,026	4,85	850	1,77	5,95	0,30
	2014	45±0,34	0,123	0,029	4,7	830	1,89	6,21	0,31
	2015	45,5±0,35	0,120	0,028	4,45	850	1,95	6,10	0,32

Как было отмечено, с увеличением густоты посадки снижаются биометрические показатели растений по высоте до 42 см и площади листовой поверхности (ПЛП), при редкой посадке – 7,5-8,3 см³, уплотнённой - 4,45-5,15 см³. Необходимо также отметить, что при более концентрированной посадке растений увеличивается коэффициент и интенсивность транспирации влаги в растениях. Если при схеме посадки 45x18 коэффициент транспирации (K_т) составляет 600-650 и I_т=0,92-1,14 г/(м²Ччас), то при 45x16 – K_т=790-830 и 900 и I_т=1,0-1,33 г/(м²Ччас), 45x12 – K_т=830-900 и I_т=1,58-1,98 г/(м²Ччас). При этом интенсивность испарения с поверхности листового аппарата при всех схемах посадки почти не изменяется и составляет I_е = 5,3-6,2 г/м²Ччас. При более концентрированной посадке растений способность поглощения влаги растениями снижается на 37-40%.

ВЫВОДЫ

Определенно, что вода является основой в формировании технологических показателей растений стевии, особенно при посадке рассады в грунт. При этом наибольшее количество влаги (48,3%) растения поглощают в III декаде мая. Установлено, что во время вегетативного развития

растения поглощают 2790-2850 мл влаги, при этом толщина слоеного аппарата увеличивается в 4 раза. Сформированный водный баланс позволяет получить маточник с хорошо развитой структурой куста, ветвистой формы и крепким тургором листового аппарата. Отмечено, что на интенсивность водопоглощения растений влияет густота посадки – с увеличением концентрации растений снижается их высота до 42 см и ПЛП до 4,4 см³. Показано, что с увеличением концентрации растений на опытном участке увеличивается интенсивность транспирации влаги в растениях, однако интенсивность испарения влаги с поверхности листового аппарата остается не измененной при всех вариантах посадки. В ходе эксперимента было доказано, что с увеличением густоты посадки снижается способность водопоглощения влаги растениями на 37-40%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДЗЮБА, О.О. (1999). Стевия - *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsley, интродукция, морфология, биология, возделывание: Автореферат. Санкт-Петербург. 15 с.
2. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1979). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Колос. 416 с.
3. НИКОЛЕНКО, В.В., КОТОВ, С.Ф. (2010). Метод определения площади листовой поверхности декоративных сортов земляники. В: Экосистемы, их оптимизация и охрана, вып. 2, с. 99–105.
4. ОПАРИН, А.И., ред. (1967). Физиология сельскохозяйственных растений. Том 1: Физиология растительной клетки. Фотосинтез. Дыхание. Москва: Изд-во Московского ун-та. 496 с.
5. ПЕНМАН, Х. Л. (1968). Растения и влага [пер. с англ.]. Ленинград: Гидрометеиздат. 162 с.
6. ПОТАПОВ, В.А., БОБРОВИЧ, Л.В., ПОЛЯНСКИЙ, Н.А., АНДРЕЕВА, Н.В. (1998). Периметр и площадь листа. В: Сб. докладов междунар. науч.-методической конф., 25-26 марта, Мичуринск, с. 28–31.
7. ПОЇК, М.В. та ін. (2014). Методики проведення досліджень у буряківництві. К.: ФОП Корзун Д.Ю. 374 с.
8. GIBSON, J.P., GIBSON, T.R. (2006). Plant ecology. New York: Chelsea House Publishers. 189 p.
9. SCHULZE, E.D., BECK, E., MULLER-HOHENSTEIN, K. (2005). Plant ecology. Berlin: Springer. 702 p. ISBN 3-540-20833-X.

Data prezentării articolului: 14.12.2016

Data acceptării articolului: 16.01.2017

УДК 630*17 : 581.11

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО ОБМЕНА ЛИСТЬЕВ *QUERCUS ROBUR* L. И *QUERCUS RUBRA* L. В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ГРУППАХ

Анастасия КРИВОРУЧКО, Валентина БЕССОНОВА

Днепропетровский Государственный Аграрно-экономический университет, Украина

Abstract. The peculiarities of water metabolism of the leaves of English oak (*Quercus robur* L.) and red oak (*Quercus rubra* L.) in pure and mixed groups were examined. Twelve-year-old forest plantations of both species on an area of 1.6 ha were the object of study. It was found that in both pure and mixed groups the leaves of *Q. robur* are characterized by more intense transpiration than *Q. rubra*. The joint growth of these species, on the whole, leads to a more active evaporation of water by *Q. robur* leaves than in the single-species groups. The leaves of *Q. rubra* in two-species groups lose less or the same amount of water in the transpiration process as in the single-species groups. The leaves of *Q. rubra* having a higher water storage capacity in both variants are characterized by a more uniform and stable daily course of transpiration. As a result of the joint growth, the water deficit in the leaves of *Q. rubra* increased in July and September compared to the pure groups. The differences in the leaves of *Q. robur* between the two studied sites are unreliable. The obtained data indicate the absence of an explicit negative mutual influence between the species on the water metabolism indices of their leaves.

Key words: *Quercus robur*; *Quercus rubra*; Transpiration intensity; Water storage capacity; Water deficit.

Реферат. Изучены особенности водного обмена листьев дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) и дуба красного (*Quercus rubra* L.) в чистых и смешанных группах. Объектами исследования были 12-летние лесные культуры обоих видов, площадью 1,6 га. Установлено, что как в чистых, так и в смешанных группах листья *Q. robur* характеризуются более интенсивной транспирацией в сравнении с *Q. rubra*. Совместный рост этих видов приводит, в целом, к более активному испарению воды листьями *Q. robur*, чем в одновидовых группах. Листья *Q. rubra* в двувидовых группах теряют в процессе транспирации меньше или столько же воды, как в чистых. Листья *Q. rubra* отличающиеся более высокой водоудерживающей способностью в обоих вариантах опыта, характеризуются более ровным и стабильным дневным ходом транспирации. При совместном произрастании видов водный дефицит в листьях *Q. rubra* увеличивается в июле и сентябре относительно чистых групп. В листьях *Q. robur* различия на двух исследуемых участках недостоверны. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии четко выраженного негативного взаимовлияния видов на показатели водного обмена их листьев.

Ключевые слова: *Quercus robur*; *Quercus rubra*; Интенсивность транспирации; Водоудерживающая способность; Водный дефицит.

ВВЕДЕНИЕ

Для создания устойчивых и продуктивных смешанных лесных культур и формирования естественных насаждений с оптимальным соотношением компонентов необходимым является понимание взаимодействия растений в фитоценозах. Вопрос взаимовлияния пород при их совместном произрастании нельзя сводить только к сфере питания и водообеспечения. Известны аллелопатические, биофизические, механические и другие взаимоотношения растений (Колесниченко, М. 1968). Они могут осуществляться через метаболиты корневых систем, химические вещества опада и подстилки, летучие выделения (Матвеев, Н. 1972; Гродзинский, А. 1973; Матвеев, Н. 1994), характер действия которых в лесу может проявиться лишь много лет спустя после его создания.

Оптимальным соотношением биологически совместимых видов культур в фитоценозах можно регулировать напряженность их взаимоотношений в смешанных лесных культурах. Сочетание пород в разнообразии создаваемых насаждений имеет исключительно большое значение (Грисюк, Н. и др. 1991). Поэтому еще Г. Морозов (1949) придавал этому вопросу первостепенную роль, считая его одной из трех координат, определяющих природу леса. О напряженности межвидовых взаимоотношений древесных растений можно судить по показателям их жизнедеятельности: категориям состояния (Ирковский, Э. и др. 2013), росту и развитию, продуктивности (Подольска, Т.И др. 2011), устойчивости к болезням (Рибак, О. и др. 2015), накоплению органической массы, физиологическим и биохимическим процессам

(Колесниченко, М. 1964). Такие исследования дают возможность создавать насаждения с оптимальным соотношением компонентов и расположением их относительно друг друга (Колесниченко, М. 1968; Рахтеенко, И. 1972; Рахтеенко, И. 1976). Однако множественные аспекты взаимоотношений древесных растений изучены еще слабо, хотя исследования такого плана являются необходимыми для создания устойчивых лесных экосистем.

Цель данной работы - проанализировать особенности водного обмена листьев дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) и дуба красного (*Quercus rubra* L.) в чистых и смешанных группах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования были 12-летние растения дуба красного (*Quercus rubra* L.) и дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.), растущие на экспериментальном участке площадью 1,6 га Ленинского лесничества Днепропетровской области. Для опытов были выделены деревья в одновидовых (вариант I) и двухвидовых группах (вариант II).

Для получения однородного материала при определении показателей водного обмена срывали второй и третий лист от основания однолетних побегов в трёхкратной повторности с юго-восточной стороны, со средней части кроны с трёх модельных деревьев. Интенсивность транспирации листьев была определена методом быстрого взвешивания на электронных весах ТВЕ-0,21-0,001 с экспонированием на рассеянном свете в течение 5 мин. Водоудерживающую способность определяли путем учета потери влаги через 30, 60 и 120 мин., по А.А. Арланду и выражали в процентах к общему ее содержанию. Послеполуденный водный дефицит и относительная тургоресцентность была установлена после насыщения высечек листьев водой (Бессонова, В. 2006). Одновременно с отбором проб определяли температуру и влажность воздуха электронным термогигрометром ТА308. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

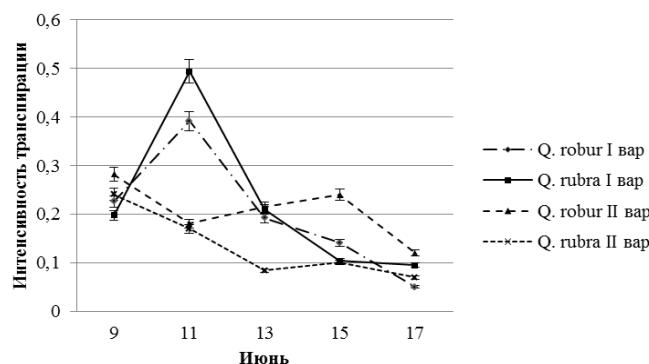
Транспирация – ведущая расходная часть водного баланса. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что этот процесс отражает состояние водного режима растений в конкретных экологических условиях (Бессонова, В. и др. 1975; Сырица, М. 2009; Горохова, С. 2011; Бессонова, В. и др. 2016). Исследование транспирации представляет существенный интерес и с точки зрения расчёта водного бюджета лесов в различных экологических условиях (Moltschanow, A. 1957; Polster, H. 1957; Ffoliot, P. 2000; Shipek, D. et al., 2004). В неблагоприятных условиях транспирация приобретает первостепенное водоохранное значение (Сырица, М. 2002). Сравнение дневного хода транспирации дает возможность анализировать способность растений в различных условиях произрастания противодействовать отклонению водного баланса с изменением температуры в течении дня.

В июне как у *Q. robur*, так и *Q. rubra* в одновидовых группах максимум транспирации листьев приходится на 11 часов, после чего она постепенно падает (рис. 1).

Сравнение этого процесса у обоих видов свидетельствует о его большей интенсивности у листьев *Q. robur* утром в 9 и в 15 часов и меньшей, чем у *Q. rubra*, в 11 и 17 часов, в 13 часов разница статистически недостоверна. Следовательно, определенной закономерности в превалировании активности этого процесса и того или иного вида не наблюдается.

В двухвидовых группах ход кривых транспирации у листьев другой. Максимум ее у обоих видов сдвигается на 9 часов. Но у *Q. robur* после снижения интенсивности расхода воды листьями в 11 часов наблюдается подъем в 13. Достаточно высокие значения сохраняются и в 15 часов с последующим падением в 17. У листьев *Q. rubra* второй максимум интенсивности транспирации практически отсутствует.

Сравнение интенсивности процесса испарения влаги листьями исследуемых видов в смешанных группах свидетельствует, что он происходит более активно у листьев *Q. robur*. В июне нет единой закономерности в изменениях интенсивности транспирации листьев деревьев в смешанных группах относительно чистых. У *Q. robur* в двухвидовых группах процесс испарения



t, °C	23	26	27	28	28	Чистые группы
	21	24	27	27	26	Смешанные группы
Влажность воздуха, %	53	39	32	28	35	Чистые группы
	52	37	30	26	30	Смешанные группы

Рисунок 1. Интенсивность транспирации листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах в июле, мг·г⁻¹ сырого вещества

воды проходит почти во все часы опыта более активно, за исключением 11 часов, возможно потому, что максимум транспирации при этих условиях сдвинулся с 11 часов, как это имеет место в одновидовых группах, на 9 часов и появился второй максимум. У *Q. rubra* только утром в 9 часов показатель транспирационной потери влаги листьями, несколько выше при совместном росте деревьев двух видов, но в дневные часы – наоборот его значения меньше.

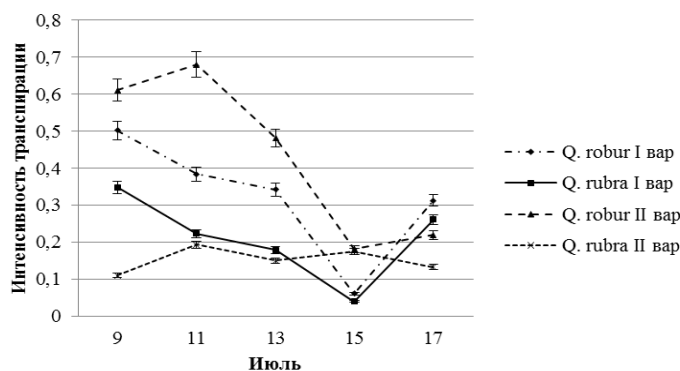
В июле, как и в июне, в одновидовых группах ход кривых интенсивности транспирации листьев обоих видов сходен. Максимум приходится на 9 часов, после чего активность этого процесса уменьшается с минимумом в 15 часов и с последующим подъемом (рис. 2). Показатели испарения воды листьями больше у *Q. robur*. В смешанных группах наивысшие значения транспирации у листьев обоих видов определены в 11 часов, причём во все часы исследования листья *Q. robur* испаряют воды больше, чем в одновидовых, кроме 17 часов. У листьев *Q. Rubra* интенсивность транспирации в смешанных группах преимущественно ниже, чем в чистых.

В сентябре потеря воды листьями *Q. robur* в одновидовых группах максимальна в 13 часов (рис. 3). Кривая дневного хода транспирации у *Q. rubra* более пологая с минимумом в 13 часов. Как и в предыдущие месяцы, показатели транспирации активнее у листьев *Q. robur*. В смешанных группах наиболее высокое значение этого процесса у *Q. robur* наблюдается в 11 часов, а в *Q. rubra* – в 9 часов, после чего его интенсивность снижается и вновь возрастает в 17 часов у листьев обоих видов. Разница в значениях интенсивности транспирации в разные часы проведения опыта в *Q. rubra* значительно меньше, чем у *Q. robur*. Как и в июне, при этих условиях процесс транспирации происходит интенсивнее у *Q. robur*.

В смешанных группах листья *Q. robur* активнее испаряют влагу, чем в чистых, за исключением 15 часов, когда показатели в обоих вариантах опыта статистически не отличаются. У листьев *Q. rubra* интенсивность транспирации ниже или в отдельные часы опыта почти такая же, как и в одновидовых группах.

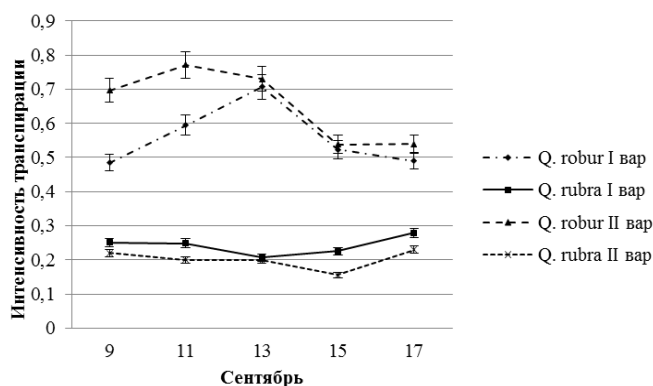
Итак, как в чистых, так и смешанных группах транспирация происходит более активно у листьев *Q. robur*. В двухвидовых группах листья *Q. robur* испаряют больше воды, чем в чистых. Для листьев *Q. rubra* в целом наблюдается тенденция к снижению активности этого процесса при совместном росте с *Q. robur*.

Содержание воды в листьях деревьев обоих видов чистых насаждений наиболее высокое в начале июня, в дальнейшем оно снижается (табл. 1). В июле и сентябре количество влаги в листьях существенно не отличается, показатели содержания в них воды у растений изучаемых видов близки по значениям. В двухвидовых группах содержание воды в листьях *Q. robur* в июне такое же, как и в чистых, но в последующие месяцы оно становится ниже. Так, в июле разница составляет 4,05 %, сентябре – 3,84 %. У листьев *Q. rubra* отличия в содержании влаги



$t, ^\circ\text{C}$	24	30	32	34	30	Чистые группы
	23	31	33	33	28	Смешанные группы
Влажность воздуха, %	50	35	28	25	30	Чистые группы
	45	31	26	20	24	Смешанные группы

Рисунок 2. Интенсивность транспирации листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах в июле, $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ сырого вещества



$t, ^\circ\text{C}$	25	31	34	35	30	Чистые группы
	24	33	34	36	29	Смешанные группы
Влажность воздуха, %	39	27	23	19	21	Чистые группы
	37	25	25	18	20	Смешанные группы

Рисунок 3. Интенсивность транспирации листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах в сентябре, $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ сырого вещества

на двух опытных участках равны в июне – 4,21, июле – 5,42 и сентябре – 5,34 %. Следовательно, разница в содержании воды в листьях растений двух вариантов больше у *Q. rubra*.

Важная роль в регулировании водного обмена растений принадлежит водоудерживающим силам, которые обусловлены, главным образом, содержанием в клетках осмотически активных веществ и способностью коллоидов к набуханию (Кушниренко, М. 1967; Бессонова, В. и др. 1975). Изменение водоудерживающей способности является интегральным показателем, отражающим итоговый результат сложных физико-химических процессов, происходящих в протоплазме клеток, и потому может служить критерием устойчивости растений при адаптации к природным факторам (Пудрикова, Л. 1971; Поспелова, Ю. 1971). При оптимальных условиях роста растений этот показатель растет (Гончарова, Э. 2005; Долгова, Л. 2010).

Как видно из табл. 2 в чистой группе листья *Q. rubra* имеют большую водоудерживающую способность во все месяцы исследования и во все сроки экспозиции (30, 60, 120 мин) по сравнению с *Q. robur*. Аналогичная закономерность наблюдается и в смешанных группах.

В одновидовом насаждении показатели водоудерживающей способности у листьев *Q. robur* наиболее высокие в июне, наименьшие – в июле. Так, в июле относительно июня потери воды

Таблица 1. Содержание воды в листьях *Q. robur* и *Q. rubra* в разных условиях роста

Вариант	Июнь	Июль	Сентябрь
<i>Q. robur</i> I вар	70,52±0,71	56,17±0,48	55,91±0,44
<i>Q. rubra</i> I вар	73,03±0,56	55,97±0,60	55,68±0,37
<i>Q. robur</i> II вар	68,82±0,34	52,12±0,42	52,07±0,42
<i>Q. rubra</i> II вар	67,86±0,68	50,55±0,37	50,34±0,62

Таблица 2. Водоудерживающая способность листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах, потери воды % к начальному весу

Вариант	Через 30 мин	T	Через 60 мин	t	Через 120 мин	t
12 июня						
<i>Q. robur</i> I вар	4,14±0,33	-	8,70±0,46	-	14,54±1,22	-
<i>Q. rubra</i>	3,13±0,17	-	5,33±0,32	-	7,59±0,30	-
<i>Q. robur</i> II вар	3,19±0,21	2,43	5,55±0,45	4,92	8,71±0,54	4,38
<i>Q. rubra</i>	1,51±0,17	6,75	2,99±0,32	5,20	4,38±0,30	7,64
27 июля						
<i>Q. robur</i> I вар	9,61±0,32	-	16,14±0,42	-	19,66±1,33	-
<i>Q. rubra</i>	5,49±0,23	-	8,64±0,34	-	12,37±1,15	-
<i>Q. robur</i> II вар	12,48±0,53	4,28	19,61±0,92	3,45	27,37±1,15	4,38
<i>Q. rubra</i>	3,84±0,12	6,35	7,72±0,53	1,46	9,96±0,62	1,84
5 сентября						
<i>Q. robur</i> I вар	7,15±0,41	-	13,35±0,90	-	16,15±0,56	-
<i>Q. rubra</i>	3,50±0,25	-	6,36±0,43	-	7,78±0,62	-
<i>Q. robur</i> II вар	11,36±1,21	3,29	17,09±0,48	3,71	20,62±0,75	4,75
<i>Q. rubra</i>	5,08±0,31	3,97	9,75±0,29	6,52	10,92±0,61	3,61

Примечание: t рассчитано при сравнении показателей в чистых и смешанных группах

в исследуемые интервалы времени (30, 60, 120 мин) в листьях *Q. robur* в одновидовых группах возрастает в 2,32, 1,85, 1,35 раза, в сентябре данные показатели относительно июня составляют 1,72, 1,53 и 1,11 соответственно. У листьев *Q. rubra* значение водоудерживающей способности в чистых группах в июле также падают относительно июня в 1,75, 1,62 и 1,63 раза, а в сентябре – 3,36, 3,26 и 2,49. В сентябре относительно июля – 1,32, 1,26 и 1,09 раза.

В июне в двувидовом насаждении в листьях *Q. robur*, а у *Q. rubra* и в июле, значения водоудерживающей способности превышают таковые в одновидовом. Однако, в июле и сентябре у *Q. robur* наблюдается противоположная картина, потери воды становятся более значительными при совместном произрастании двух видов. Водоудерживающая способность в листьях *Q. rubra* становится меньше в смешанном насаждении в сентябре.

Таким образом, листья *Q. robur* более интенсивно теряют воду по сравнению с *Q. rubra*, то есть имеют меньшую водоудерживающую способность в обоих вариантах опыта и во все сроки исследования.

Водоудерживающая способность листьев у *Q. robur* в двувидовом насаждении меньше, чем в одновидовом в период наиболее высоких температур воздуха на исследуемых участках (июль, сентябрь), в то время как у *Q. rubra* только в сентябре. В смешанных группах ее показатели в листьях *Q. robur* статистически отличаются от таковых в одновидовых во все сроки исследования, у *Q. rubra* – в июне и сентябре, в июле разница достоверна только через 30 минут экспозиции.

Для сравнения степени расстройства водного баланса у растений исследуемых вариантов использовали такой показатель как водный дефицит – недостаток насыщения водой растительных клеток, возникающий в результате интенсивной потери воды, которая не компенсируется поглощением ее корнями (Генкель, П. 1946). От степени водного дефицита зависит устойчивость и продуктивность, как отдельных деревьев, так и насаждений в целом (Кулагин, А. 1998; Лир, Х. и др. 1974).

При росте растений в одновидовых группах послеполуденный водный дефицит в листьях как *Q. robur*, так и *Q. rubra*, достоверно увеличивается относительно июня только в сентябре (табл. 3).

Таблица 3. Водный дефицит листьев *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах, %

Вариант	12 июня	t	27 июля	t	5 сентября	t
	Водный дефицит					
<i>Q. robur</i> I вар	11,39±1,26	-	13,80±1,18	-	14,87±0,67	-
<i>Q. rubra</i> I вар	18,76±0,85	-	20,24±0,87	-	22,00±0,84	-
<i>Q. robur</i> II вар	10,27±0,82	0,75	11,42±0,78	1,7	15,19±0,87	0,29
<i>Q. rubra</i> II вар	17,20±1,05	1,15	25,20±0,77	4,27	26,51±0,61	4,38

У листьев *Q. rubra* величина этого показателя больше, несмотря на меньшую интенсивность транспирации и большие значения водоудерживающей способности. В смешанных группах листья *Q. robur* имеют почти такие же значения водоудерживающей способности, как и в чистых. У *Q. rubra* этот показатель в июне не отличается в обоих вариантах. Однако в июле и сентябре он более высокий при совместном произрастании видов. Значения послеполуденного водного дефицита в листьях *Q. robur* и *Q. rubra* в нашем эксперименте ниже величин, которые вызывают появление незначительных признаков повреждений (Лархер, В. 1978). Переход этого показателя за пороговую величину могло бы привести к депрессивным явлениям в метаболизме растений (Гриненко, В. и др. 1968).

Величины относительной тургоресцентности листьев *Q. robur* превышают таковые *Q. Rubra*, как в одновидовых, так и двувидовых группах. У растений первого вида на двух опытных участках различия в значениях этого показателя недостоверны во все даты проведения исследования. Но в листьях *Q. rubra* в июле и сентябре при совместном произрастании относительная

тургоресцентность снижается в сравнении с данными для чистого насаждения (Рис. 4).

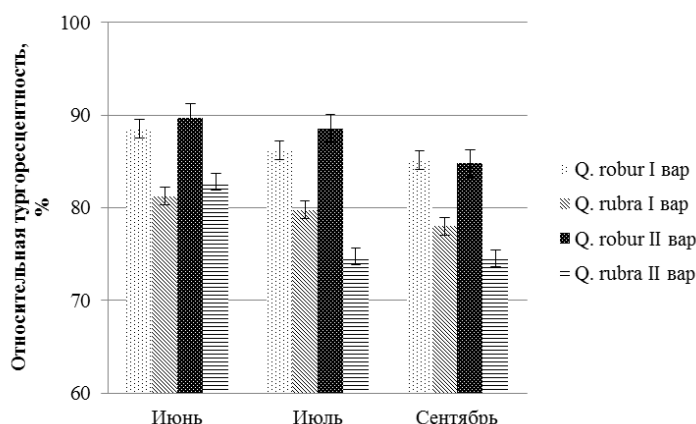


Рисунок 4. Относительная тургоресцентность в листьях *Q. robur* и *Q. rubra* в чистых и смешанных группах, %

Таким образом, как в чистых, так и в смешанных группах листья *Q. robur* характеризуются более интенсивной транспирацией в сравнении с *Q. rubra*. Совместный рост этих видов приводит, в целом, к более активному испарению воды листьями *Q. robur*, чем в одновидовых группах, в то время как листья *Q. rubra* в двувидовых группах теряют в процессе транспирации меньше или столько же воды, как в чистых. Листья *Q. rubra* отличающиеся более высокой водо-

удерживающей способностью в обоих вариантах опыта, характеризуются более ровным и стабильным дневным ходом транспирации. При совместном произрастании видов водный дефицит в листьях *Q. rubra* увеличивается в июле и сентябре относительно чистых групп, в листьях же *Q. robur* различия на двух исследуемых участках недостоверны. Однако, несмотря на большую интенсивность транспирации и меньшую водоудерживающую способность листьев *Q. robur* по сравнению с листьями *Q. rubra*, у первого определен меньший водный дефицит и большая относительная тургоресцентность, как в одновидовых, так и двувидовых группах. Такие результаты можно объяснить более высокой функциональной активностью корней *Q. robur*. Водный обмен древесных растений – динамический процесс, зависящий от характеристик дерева, прежде всего сопротивления движению воды и её запасов в разных частях водопроводящей системы, подачи воды в надземную часть (Крамер, П. и др. 1983). Возрастание водного дефицита у растений зависит не только от интенсивности потери воды в процессе

транспирации, но в значительной степени от функциональной активности корневой системы и является следствием снижения скорости водопоглощения корнями (Emmert, F. 1974). Так, тургор листьев снижается синхронно с падением гидравлической проводимости корней, даже без изменений транспирации (Ehlert, Ch. et. al., 2009).

ВЫВОДЫ

При больших значениях интенсивности транспирации и меньших водоудерживающей способности листа *Q. robur*, в сравнении с *Q. rubra*, имеют в чистых и смешанных группах меньший водный дефицит. У *Q. rubra* величина водного дефицита в июле и сентябре в двухвидовых группах больше, чем в чистых, а у *Q. robur* почти не меняется. Это может быть объяснено компенсацией потери воды у *Q. robur* ее более интенсивным поступлением из корней в надземную часть, так как водный дефицит зависит в значительной степени не только от интенсивности потери влаги, но и от снабжения ею корневой системой.

При совместном произрастании двух видов водный дефицит листьев *Q. rubra*, хотя и повышается относительно чистого насаждения, однако показатели не являются критическими. Полученные показатели водного режима *Q. robur* и *Q. rubra* указывают на возможность успешного совместного произрастания деревьев этих видов в лесных культурах в условиях северной Степи Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БЕССОЛОВА, В.П., КОРЫТОВА, И.А., МИХАЙЛОВ, О.Ф. (1975). Некоторые особенности водного режима акации белой, произрастающей в различных условиях увлажнения. В: Вопросы степного лесоведения и охраны природы: сб. науч. тр. Днепропетровск: ДГУ, вып. 5, с. 136-142.
2. БЕССОЛОВА, В.П., ТКАЧ, В.В., КРИВОРУЧКО, А.П. (2016). Водний обмін листя *Quercus robur* у протигерозійному насадженні на півдні ареалу виду. В: Вісник Дніпропетровського ун-ту. Серія: Біологія, екологія, вип. 24(2), с. 444-450. ISSN 2310-0842.
3. БЕССОЛОВА, В.П. (2006). Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ. 316 с. ISBN 966-8490-19-3.
4. ГЕНКЕЛЬ, П.А. (1946). Устойчивость растений к засухе и пути её повышения. Москва; Ленинград: Изд-во Академии наук СССР. 236 с.
5. ГОНЧАРОВА, Э.А. (2005). Водный статус культурных растений и его диагностика. Санкт-Петербург: ВИР. 112 с.
6. ГОРОХОВА, С.В. (2011). Интенсивность транспирации у некоторых представителей рода *Corylus* L. В: Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия: Естественные науки, вып. 14(1), № 3(98), с. 248-253. ISSN: 2075-4671.
7. ГРИНЕНКО, В.В., БОНДАРЁВА, Ю.С. (1968). Водоудерживающая способность тканей растений в зависимости от водообеспеченности. В: Водный режим растений и их продуктивность. Москва: Наука, с. 261-268.
8. ГРИСЮК, Н.М., ЦАРЕНКО, О.Н. (1991). Бобовые растения в защитном лесоразведении. Киев: Урожай. 168 с. ISBN 5-337-00704-1.
9. ГРОДЗИНСЬКИЙ, А.М. (1973). Основи хімічної взаємодії рослин. Київ: Наукова думка. 206 с.
10. ДОЛГОВА, Л.Г. (2010). Осмотично активні речовини у формуванні стійкості рослин-інтродуцентів роду *Chaenomeles* Lindl. В: Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, вип. 15, № 2, с. 127-134.
11. ИРКОВСКИЙ, Э.Р., ПИСАРЕВА, С.В. (2013). Взаимодействие деревьев дуба и его спутников в пространстве. В: Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского гос. аграрного ун-та [Электронный ресурс]. № 91(07), с. 1728-1740. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/115.pdf>
12. КОЛЕСНИЧЕНКО, М.В. (1968). Биохимические взаимовлияния древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 150 с.
13. КОЛЕСНИЧЕНКО, М.В. (1964). О биохимическом соответствии древесных пород в лесном насаждении. В: Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, вып. 6, с. 3-6.
14. КРАМЕР, П.Д., КОЗЛОВСКИЙ, Т.Т. (1983). Физиология древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 464 с.
15. КУЛАГИН, А.Ю. (1998). Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. Уфа: Гилем. 193 с. ISBN 5-7501-0043-X.
16. КУШНЕРЕНКО, М.Д. (1967). Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. Кишинев: Картя молдовеняскэ. 310 с.

17. ЛАРХЕР, В. (1978). Экология растений. Москва: Мир. 186 с.
18. ЛИР, Х., ПОЛЬСТЕР, Г., ФИДЛЕР, Г.И. (1974). Физиология древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 424 с.
19. МАТВЕЕВ, Н.М. (1972). Аллелопатический режим в лесных биогеоценозах степной зоны. В: Вопросы степного лесоведения: тр. комплексной экспедиции ДГУ. Днепропетровск, с. 51- 54.
20. МАТВЕЕВ, Н.М. (1994). Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара. 206 с.
21. МОРОЗОВ, Г.Ф. (1949). Учение о лесе. Москва: Гослесбумиздат. 455 с.
22. ПОДОЛЬСЬКА, Т.М., ГРИНИК, Г.Г. (2011). Особливості росту деревостанів з домінуванням дуба звичайного на Вінничині. В: Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування. Львів: Вид-во Львівської політехніки, с. 149- 154.
23. ПОСПЕЛОВА, Ю.С. (1971). Использование показателя водоудерживающей способности тканей для оценки устойчивости сортов винограда к изменению природных факторов. В: Состояние воды и водный обмен у культурных растений. Москва: Наука, с. 246-250.
24. ПУДРИКОВА, Л.П. (1971). Изменение водоудерживающей способности тканей виноградного растения в период вегетации. В: Состояние воды и водный обмен у культурных растений. Москва: Наука, с. 240-245.
25. РАХТЕЕНКО, И.Н. (1976). Рост и питание растений в фитоценозах при взаимодействии корневых систем. В: Проблемы аллелопатии. Киев: Наукова думка, с. 7- 8.
26. РАХТЕЕНКО, И.Н., МАРТИНОВИЧ, Б.С. (1972). Взаимовлияние древесных растений в зависимости от состава насаждений. В: Основы химического взаимодействия растений в фитоценозах. Киев: Наукова думка, с. 63- 65.
27. РИБАК, О.В., РИБАК, В.О. (2015). Стійкість соснових лісостанів із підпологовими культурами дуба червоного до кореневої губки. В: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво, вип. 216(1), с.146-154. ISSN 2222-8616.
28. СЫРИЦА, М.В. (2002). Роль транспирации в водном режиме дубовых лесов юго-западного Приморья: автореферат дис. ... канд. биол. наук. Уссурийск: ПГСХА. 24 с.
29. СЫРИЦА, М.В. (2009). Роль транспирации в оценке водоохранных качеств дубовых лесов юного Приморья. В: Вестник ТГЭУ, № 1, с. 70-75. ISSN 1813-7504.
30. EHLERT, Ch., MAURER, Chr., TARDIEU, F., SIMONNEAU, T. (2009). Aquaporin - mediated regulation in maize root hydraulic conductivity impacts cell turgor and leaf elongation even without changing transpiration. In: Plant Physiology, vol. 150, nr. 2, pp. 1093- 1104. ISSN 1532-2548.
31. EMMERT, F.H. (1974). Inhibition of phosphorus and water passage across intact roots by polyethylene glycol and phenylmercuric acetate. In: Plant Physiology, vol. 53, nr 4, pp. 663- 665. ISSN 1532-2548.
32. FFOLIOTT, P.F. (2000). An annual water budget for Emory oak woodland: an initial approximation. In: Hydrology and water resources Arizona and the Southwest, vol. 30, pp. 37- 41. ISSN 0272-6106.
33. MOLTSCHANOW, A.A. (1957). Die hydrologische Rolle des Kiefernwaldes auf Sandbuden. Berlin. 404 p.
34. POLSTER, H. (1957). Transpirations intensität und Wasserbedarf von Pappelklonen. In: Wiss. Abhandlungen, nr. 27, pp. 99 - 147.
35. SNIPEK, D.C., FFOLIOTT, P.F., GOTTFRIED, G.J. et al. (2004). Transpiration and multiple use management of thinned Emory oak coppice. (Research Paper RMRS-RP-48). 8 p. Available: https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_rp048.pdf

Data prezentării articolului: 19.04.2017

Data acceptării articolului: 17.05.2017

CZU 662.62 (478)

TOREFIEREA – O NOUĂ DIRECȚIE DE SPORIRE A CALITĂȚII PELEȚILOR DE FOC PRODUȘI DIN BIOMASĂ AUTOHTONĂ

Grigore MARIAN, Andrei GUDÎMA, Andrei PAVLENCO, Vladimir GOROBET
Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. The purpose of the present research was to study the possibility of increasing the calorific value and other properties of the lignocellulosic biomass used for the production of pellets by torrefying it before processing. The researches were carried out in the Solid Biofuels Laboratory of the State Agrarian University of Moldova, using standard methods for determining the main qualitative characteristics of the studied biomass. It has been proved that the integration of torrefaction in the technological process of pellet production from agricultural residues is a reliable means of increasing the calorific value and other properties of the finished product. The effect of torrefaction is mostly pronounced in the case of biomass derived from wheat straw, marking an increase of the low calorific value (dry basis) of the finished product from 17,584 MJ/kg up to 22,752 MJ/kg, which represents a relative increase of 29.4%. Based on the performed researches, a new technology of pellet production from agricultural residues with characteristics corresponding to ENPlus norms was developed.

Key words: Solid biofuels; Pellets; Calorific value; Agricultural residues; Technology; Torrefaction.

Rezumat. Scopul prezentei cercetări este studierea posibilității de mărire a puterii calorifice și a altor proprietăți ale biomasei lignocelulozice, folosite la producerea peleților, prin torefierea acestora înainte de procesare. Cercetările au fost realizate în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, folosindu-se metode standard de determinare a principalelor caracteristici calitative ale biomasei studiate. S-a demonstrat că integrarea torefierii în procesul tehnologic de producere a peleților din reziduuri agricole este un mijloc sigur de sporire a puterii calorifice și altor proprietăți ale produsului finit. Efectul torefierii se manifestă cel mai pronunțat în cazul biomasei provenite din paie de grâu, marcând o sporire a puterii calorifice inferioare în bază uscată a produsului finit de la 17,584 MJ/kg până la 22,752 MJ/kg, ceea ce reprezintă o sporire relativă de 29.4%. În baza cercetărilor efectuate a fost elaborată o tehnologie nouă de producere a peleților din reziduuri agricole cu caracteristici corespunzătoare normelor ENPlus.

Cuvinte-cheie: Biocombustibili solizi; Peleți; Putere calorifică; Reziduuri agricole; Tehnologie; Torefiere.

INTRODUCERE

Producerea de biocombustibili solizi a înregistrat o creștere considerabilă în Republica Moldova. Cu toate acestea, dezvoltarea producerii peleților cu caracteristici aliniate la cerințele internaționale ENPlus este destul de modestă. Acest lucru, în mare măsură, poate fi explicat prin calitatea inferioară a materiei prime autohtone, care este reprezentată, în cea mai mare parte, de reziduurile de culturi agricole. De exemplu, studiile noastre (Gudîma, A. 2017) au arătat că doar 5% din volumul de biomasă rezultată din activități agricole din raionul Soroca posedă o putere calorifică inferioară ce depășește 16,5 MJ/kg și poate fi folosită direct la fabricarea peleților cu o putere de ardere corespunzătoare cerințelor ENPlus. Această situație demonstrează actualitatea cercetării diferitor modalități de sporire a puterii calorifice a biomasei autohtone în vederea producerii de peleți care să corespundă exigențelor normelor ENPlus.

Scopul prezentei cercetări este studierea posibilității de mărire a puterii calorifice și a altor proprietăți ale biomasei lignocelulozice folosite la producerea peleților prin torefierea acestora înainte de procesare. În calitate de obiect al cercetării a servit biomasa vegetală provenită din diferite reziduuri agricole.

Importanța și actualitatea studiului realizat sunt justificate de volumul mare de reziduuri agricole din Republica Moldova, de rolul pe care-l are valorificarea acestora pentru producerea biocombustibililor solizi și pentru protecția mediului.

În urma sintetizării datelor din literatura de specialitate și în rezultatul cercetărilor experimentale proprii sunt formulate concluzii referitoare la dinamica puterii calorifice și altor caracteristici ale biocombustibililor solizi în formă de peleți produși din biomasă agricolă autohtonă, prelucrată în prealabil prin torefiere.

MATERIAL ȘI METODĂ

Probe. Pentru înțelegerea mai bună a proceselor care au loc în timpul torefierii au fost luate în studiu diferite tipuri de reziduuri agricole, mai răspândite în Republica Moldova și de un interes sporit în producerea biocombustibililor solizi în formă de peleți (fig. 1). Probele au fost confecționate din paie de

grâu, reziduuri lemnoase cu vârsta de 1–2 ani provenite de la tăierea și emondarea pomilor fructiferi, uscate rapid în condiții artificiale (Lemn A), și reziduuri lemnoase din lemn de foc provenite din pomi fructiferi, uscate în condiții naturale timp de 2 ani (Lemn N).



Figura 1. Materia primă și probele folosite la studierea procesului de torefiere

Torefierea biomasei s-a realizat pe o instalație de laborator care simulează procesul de torefiere în mediu fără oxigen prin formarea atmosferei vidate într-un spațiu închis (fig. 2). Instalația este alcătuită dintr-un cuptor de uscare cu vid prestat pentru realizarea torefierii probelor de biomasă în condiții de laborator. Aerul din cuptor este evacuat de o pompă de vid care crează o depresiune de 0,08 MPa. Cuptorul asigură un interval de temperaturi de la 35 °C până la +350°C, cu o sensibilitate de ± 2 °C.

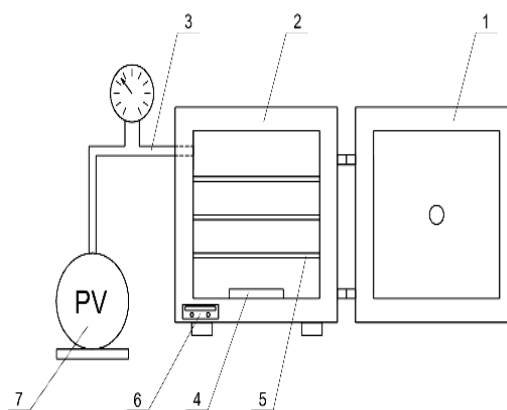


Figura 2. Cuptor de condiționare în vid, folosit la torefierea și condiționarea biomasei: 1 – ușa etanșabilă pivotantă a cuptorului, 2 – carcasa cuptorului, 3 – gura de evacuare a aerului cu vacuometru, 4 – suport termostaț, 5 – rafturi, 6 – panou de comandă și control regimuri termice, 7 – pompă de vid

Măsurarea caracteristicilor calitative ale materiei prime și ale produsului finit s-a efectuat prin metode standard, folosind utilajul din Laboratorul de biocombustibili solizi al Universității Agrare de Stat din Moldova.

Umiditatea s-a determinat conform ISO 18134:2015 Determination of moisture contents. Probele au fost uscate în etuva de producție germană Memmert UNBU, cu posibilitatea de control și menținere stabilă a temperaturii în limitele $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$, precum și de ventilare a incintei cu viteza de la 3 până la 5

volum de lucru ale etuvei pe oră. Viteza aerului a fost reglată în funcție de granulația probelor astfel încât să nu deplaseze particulele de biomasă.

Cantitatea de umiditate din probele studiate s-a determinat cu ajutorul formulei:

$$M_{ar} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} 100, \quad (1), \text{ în care}$$

m_1 este masa fiolei goale cu capac, g; m_2 – masa fiolei cu capac și cu proba supusă testării până la uscare, g; m_3 – masa fiolei cu capac și cu proba supusă testării după uscare, g.

Puterea calorifică a probelor studiate a fost determinată conform standardului ISO 18125: 2015 Solid biofuels – Determination of calorific value, prin arderea completă a probelor în bomba calorimetrică LAGET MS – 10A.

Puterea calorifică inferioară în bază uscată a fost calculată având în vedere că energia vaporizării (pentru volum constant) a apei cu temperatura inițială de 25°C este egală cu 41,53 kJ/mol, ceea ce corespunde valorii de 206,0 J/g pentru 1% conținut hidrogen în probă sau 23,05 J/g pentru 1% umiditate probă. Astfel, puterea calorifică inferioară în bază uscată, la volum constant, derivată din puterea calorifică superioară, a fost calculată cu ajutorul formulei:

$$NCV_{v, net, d.} = GCV_{v, d.} - 206 \times w(H)_d, \quad (2),$$

în care: $GCV_{v, d.}$ este puterea calorifică superioară în bază uscată la volum constant, J/g; $w(H)_d$ – conținutul de hidrogen, în procente masice, din combustibil fără umezeală.

Puterea calorifică inferioară (pentru volum constant) a probelor cu un anumit conținut de umiditate (de exemplu, cu conținutul total de umiditate la recepție M_{ar}) a fost calculată cu ajutorul formulei:

$$NCV_{v, net, m} = NCV_{v, net, d.} (1 - 0,01 M_{ar}) - 23,05 M_{ar}. \quad (3)$$

Conținutul de elemente chimice a fost stabilit la analizorul elemental Vario MACRO cube CHNS și Cl. Metoda se bazează pe principiul combustiei totale a probei, cu separarea gazelor rezultate pe o coloană cromatografică. Ulterior, proba cu masa cunoscută se arde până se transformă în cenușă și produse de combustie gazoase.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Peleții pot fi produși, practic, din toate tipurile de biomasă lignocelulozică existentă, însă cei de calitate superioară se obțin doar din biomasă lemnoasă. Această situație limitează producerea peleților de calitate superioară din biomasă autohtonă, deoarece principala sursă de biomasă autohtonă o constituie cea provenită din activități agricole. Acest tip de biomasă, cu toate că există în abundență la noi în țară, în mare măsură este de o calitate relativ joasă în comparație cu cea a lemnului, în special în ceea ce privește puterea calorifică și conținutul de cenușă rezultată de la ardere. La aceste inconveniente se mai adaugă și caracterul sezonier de recoltare a biomasei, fapt care determină abordări speciale de depozitare a biomasei în condiții optime, condiții care să nu influențeze procesele biodegradării.

În această situație se impune necesitatea de a folosi verigi tehnologice noi, inovative care vor asigura obținerea unor proprietăți termice superioare ale produsului finit și, implicit, vor contribui la mărirea eficienței energetice.

În prezent se cercetează mai multe metode de sporire a caracteristicilor energetice ale peleților de foc. Printre acestea tratările termice ocupă un loc tot mai important, în special cele bazate pe tratamentul termodinamic cu aburi în regim hidrotermal, tratamentul cu apă caldă, pretratamentul cu aburi saturați, pretratamentul cu aburi supraîncălziți și tofiera uscată a biomasei. Printre aceste tratamente tofierii îi aparține un rol aparte, fiind un proces care are un efect impunător, în special asupra densității energetice a produsului finit, dar și ca un proces dependent de mulți factori, dintre care cei tehnologici și economici se află pe prim-plan.

Tofiera este un proces termo-chimic, care se realizează prin încălzirea biomasei în lipsa oxigenului, cu viteze mai mici de 50 °C/min, la presiune atmosferică normală, și care are ca rezultat creșterea densității energetice raportată la unitatea de masă. În consecință, scade conținutul de umiditate din combustibil, crește densitatea energetică a peleților raportată la unitatea de masă (Tumuluru, J.S. et al. 2011), materia primă devine mai omogenă (Chang, S. et al. 2012).

În procesul de tofiere, biomasa lignocelulozică se încălzește la temperaturi cuprinse între 200-300°C (Prins, M.J. et al. 2006) într-un mediu în care lipsește sau este redus drastic conținutul de

oxigen. În rezultat, din biomasă se îndepărtează o cantitate importantă de umiditate și de materii volatile, ce conduce la apariția reacțiilor de deshidratare, dehidrooxilare și decarboxilare. Astfel, se micșorează valoarea raportului O/C și H/C în comparație cu biomasa originală (Chew, J., Doshi, V. 2011; Poudel, J. et al. 2014; Stelt, M. et al. 2011).

Drept consecință a torefierii este scăderea conținutului de hemiceluloză a produsului tratat datorită degradării prezente în intervalul de temperaturi 250 – 300°C implicată de interacțiunea fenomenului de uscare cu piroliza incompletă (Cao, L. et al. 2015). Deoarece lignina conține mai mult carbon ca hemiceluloza, după torefiere, produsul posedă un conținut sporit de carbon, lucru care rezultă un raport O/C și H/C mai mic, deci și o putere calorifică mai mare.

Fenomenele descrise ar trebui să se prezinte mai accentuat în cazul torefierii biomasei agricole care, după cum se știe, are un conținut mai mic de lignină în comparație cu biomasă provenită din specii lemnoase (Marian, Gr. 2014, 2016).

Despre posibilitatea îmbunătățirii proprietăților agrosilvice există unele date în literatura de specialitate (Meia, Y. et al. 2016), însă acestea se referă la un număr limitat de tipuri de biomasă prelevate din anumite zone climaterice cu specific local, care influențează estimarea calitativă și cantitativă a acesteia.

Fiind un proces termo-chimic, torefierea este condiționată de mai mulți parametri tehnologici, cum sunt viteza de încălzire, temperatura reacției, absența oxigenului, timpul de menținere în mediul respectiv, presiunea mediului ambiant, flexibilitatea și conținutul de umiditate a materiei prime, dimensiunile particulelor de biomasă.

În cercetările noastre au fost analizate cele mai relevante caracteristici (parametrii fizico-mecanici), caracteristicile de combustie (parametrii chimici și puterea calorifică) și caracteristicile de torefiere (temperatura și durata expunerii). Condițiile torefierii sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Condițiile torefierii folosite în experiment

Condiția experimentului	Temperatura, °C	Durata expunerii, min
230/5, 15, 30	230	5; 15; 30
255/5, 15, 30	255	5; 15; 30
280/5, 15, 30	280	5; 15; 30

Datele experimentale obținute (tab. 2) scot în evidență faptul că efectul torefierii se manifestă cel mai pronunțat în cazul biomasei provenite din reziduuri de la cultivarea spicoaselor, marcând o sporire a puterii calorifice inferioare în bază uscată de la 17,584 MJ/kg până la 22,752 MJ/kg, ceea ce reprezintă o sporire relativă de 29,4%. Este necesar să se menționeze că, la umiditatea maximă admisă de către normele ENPlus 3 (10%), proba de reper posedă o putere calorifică inferioară egală cu

15,454 MJ/kg (normele ENPlus admit puterea calorifică la recepție de cel puțin 16,5 MJ/kg). După torefiere, la umiditatea de 10%, puterea calorifică inferioară este de 20,246 MJ/kg. Astfel, la acest parametru, biomasa torefiată produsă din paie de grâu satisface completamente cerințele ENPlus 3.

Tabelul 2. Date experimentale referitoare la efectele torefierii asupra materiei prime

Caracteristici calitative	Tip materie primă											
	Paie de grâu				Reziduuri lemnoase CN				Reziduuri lemnoase CA			
	reper	torefiat			reper	torefiat			reper	torefiat		
		230 °C	255 °C	280 °C		230 °C	255 °C	280 °C		230 °C	255 °C	280 °C
M _{ar} , %	9,9	9,3	8,6	8,5	11,2	9,9	8,4	7,4	10,5	10,2	9,3	7,3
NCV _d , J/g	17584,41	18086,62	19413,16	22752,05	19442,57	19469,23	19777,51	21563,15	18491,68	19076,08	19551,04	21463,84
NCV _r , J/g	15893,81	16190,20	17545,40	20271,40	17289,56	17030,52	17922,58	19796,91	16370,42	16831,07	17518,43	19728,72
NCV _{M=10%} , J/g	15452,45	16047,46	17241,35	20246,34	17267,82	17291,81	17569,26	19176,33	16412,01	16937,98	17365,44	19086,96
Carbon, %	45,65	47,02	50,25	59,44	46,23	46,29	47,03	51,05	46,12	47,55	48,59	53,61
Hidrogen, %	6,68	6,28	5,88	1,90	6,53	6,29	6,13	5,93	6,20	6,02	5,15	4,23
Sulf, %	0,06	0,08	0,08	0,13	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03
Azot, %	0,41	0,35	0,37	0,59	0,28	0,32	0,30	0,51	0,62	0,75	NA	NA
Proprietăți higroscopice	Hidrofil	Hidrofob			Hidrofil	Hidrofob			Hidrofil	Hidrofob		
Degradare biologică	Da	Nu			Da	Nu			Da	Nu		

Legendă: CN – lemn de foc din pomi fructiferi, uscat în condiții naturale timp de 2 ani; CA – reziduuri lemnoase de 1–2 ani rezultate de la tăierea și emondarea pomilor fructiferi, uscate rapid în condiții artificiale

Destul de pronunțată este creșterea puterii calorifice și a reziduurilor lemnoase de 1-2 ani, care au marcat o majorare a puterii calorifice inferioare în bază uscată de 16,1%. Acest tip de biomasă, la umiditatea de 10%, posedă o putere calorifică inferioară egală cu 16,41 MJ/kg, valoare care este puțin mai mică decât cea admisă de către normele ENPlus3. După torefiere la temperatura de 280°C, puterea calorifică a crescut până la 19,087 MJ/kg, adică și acest tip de biomasă, după torefiere, posedă o putere calorifică care satisface cerințele ENPlus3.

Cea mai mică creștere a puterii calorifice a fost semnalată la biomasa din lemne de foc uscate în mod natural pe parcursul a doi ani. Astfel, pentru acest tip de biomasă s-a înregistrat o creștere a puterii calorifice inferioare în bază uscată de 10,9%. Însă, este necesar să se constate că puterea calorifică inferioară la umiditatea de 10% a probei reper de acest tip constituie 17,278 MJ/kg, adică această biomasă, la parametrul puterea calorifică, poate fi folosită fără pretratare.

Fenomenul urmărit își găsește explicație prin conținutul diferit de hemiceluloză în tipurile de biomasă luate în studiu. Paiele conțin 31% hemiceluloză și 7,7% lignină, iar biomasa lemnoasă – 25,7 % hemiceluloză și 15,6% lignină (Tumuluru, J. 2011).

Vorbind despre puterea calorifică a biomasei torefiate nu putem să nu avem în vedere și influența umidității biomasei, care rezultă după torefiere și după densificare, asupra puterii calorifice. Se cunoaște că conținutul inițial de umiditate a biomasei folosite la producerea peleților variază în limite foarte mari (6–50%), însă peletizarea poate avea loc la anumite umidități. De regulă, umiditatea biomasei înainte de densificare recomandată în procesele tehnologice este de $10 \pm 2^\circ\text{C}$.

Deoarece tofiera are loc la temperaturi ridicate, evident că o parte din umiditate se degajă, astfel la densificare se folosește biomasă cu o umiditate mai mică ca cea de până la tofiera. Astfel, la elaborarea regimurilor tehnologice de peletizare cu folosirea tofierii este necesar să se aibă în vedere valoarea cu care se micșorează conținutul de umiditate după tofiera.

Rezultatele experimentale au arătat că, după tofiera, umiditatea se reduce după cum urmează: la paie – cu 1,4%, la reziduurile lemnoase de 1–2 ani – cu 3,2% și la biomasa lemnoasă uscată în mod natural – cu 3,8% (în valori absolute).

Pe lângă îmbunătățirea proprietăților fizice, tofiera conduce la schimbări importante ale biomasei din punct de vedere al compoziției chimice. Rezultatele obținute au scos în evidență faptul că modificarea compoziției chimice diferă destul de mult de la un tip de biomasă la altul.

Deoarece principalele elemente chimice care influențează puterea calorifică sunt conținutul de carbon și cel de hidrogen, am urmărit cum s-a schimbat conținutul acestor elemente pentru biomasa din paie de grâu, reziduurile lemnoase condiționate în mod artificial și în mod natural.

Conținutul de carbon s-a schimbat cel mai mult în paiele de grâu. Astfel, acest parametru s-a majorat cu 1,4% în cazul tofierii la temperatura de 230°C, cu 4,6% la temperatura 255°C și cu 14% la temperatura 280°C, adică a cunoscut o creștere relativă de 3, 10 și, respectiv, 30%. Concomitent, a scăzut conținutul de hidrogen – de la 6,68% pentru proba reper, adică netorefiată, până la 1,9% pentru proba torefiată la temperatura de 280°C, ceea ce reprezintă 72% (în valori relative).

Schimbări destul de importante au fost semnalate și în cazul tofierii reziduurilor lemnoase de 1-2 ani, condiționate până la umiditatea normală în mod artificial. Pentru acest tip de biomasă, tofiera la 280°C, conținutul de carbon s-a mărit de la 46,12% până la 53,61%, ceea ce în valori relative constituie 17%, iar conținutul de hidrogen s-a micșorat cu 1,97% absolut, ceea ce în valori relative constituie 37%.

Cel mai puțin s-a schimbat conținutul de carbon și cel de hidrogen la biomasa lemnoasă condiționată în mod natural. Astfel, conținutul de carbon al acestui tip de biomasă, după tofiera la temperatura de 280°C, a devenit egal cu 51,05% (la proba reper – 46,23%), ce în valori relative constituie o majorare cu 12%. Conținutul de hidrogen s-a micșorat cu 11% relativ.

Analizând caracterul modificării puterii calorifice și a conținutului de carbon pentru tipurile de biomasă luate în studiu, se observă o corelare destul de bună între acești parametri, în urma tofierii. Astfel, după tofiera la temperatura de 280°C, puterea calorifică în bază uscată a paielor de grâu a crescut cu 29,4%, iar conținutul de carbon s-a majorat cu 30,2%. La reziduurile lemnoase de 1–2 ani, parametrii în cauză au crescut cu 22% și, respectiv, cu 17,4%, iar la biomasa lemnoasă condiționată în mod natural – cu 23% și, respectiv, cu 11,1%.

Analiza efectuată demonstrează că, practic, puterea calorifică a ultimelor două tipuri de probe este egală, iar conținutul de carbon diferă. Acest lucru poate fi explicat prin micșorarea semnificativ mai

mică a conținutului de hidrogen, implicit a celui de oxigen, în probele din reziduuri lemnoase de 1–2 ani. De asemenea, nu este de neglijat și specificul schimbărilor care au loc la anumite temperaturi, și anume cele legate de modificarea regiunilor amorphe și cristaline ale biomasei virgine, datorită prezenței mai pronunțate a extractivelor în acest tip de biomasă.

Analiza modificării conținutului de sulf și azot a arătat că în paiele de grâu conținutul de sulf crește lent până la temperatura de 255°C, după care se semnalează o creștere mai accentuată. Pentru celelalte probe luate în studiu, modificări semnificative ale conținutului de sulf în rezultatul torefierii, nu s-au semnalat.

Conținutul de azot, pentru toate probele, practic, nu se schimbă în cazul torefierii la temperaturi până la 255 °C, marcându-se o creștere bruscă a elementelor menționate în cazul torefierii la temperaturi mai mari de 255 °C.

Astfel, se poate concluziona că, pentru a menține conținutul de sulf și de azot la valori aproximativ egale cu cele din biomasa netorefiată, este necesar ca torefierea să aibă loc la temperaturi mai joase de 255 °C.

În baza rezultatelor obținute a fost elaborată schema conceptuală de producere a peleților de foc cu aplicare a pretratării prin torefiere a materiei prime (fig. 3).

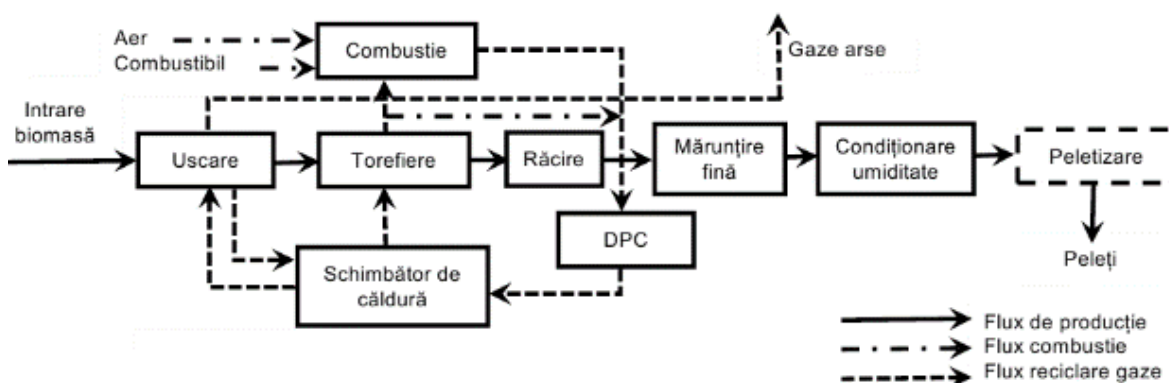


Figura 3. Structura procesului tehnologic de peletizare a reziduurilor agricole cu torefierea materiei prime

Ciclul de torefiere cuprinde câteva faze distincte:

1. Uscarea biomasei. Această operație se realizează în reactorul de torefiere în spațiul de uscare, în care biomasa cu umiditatea până la 40% se usucă la temperatura de 110–180°C. În aceste condiții umiditatea scade până la 4-8%.

2. În continuare, biomasa este transportată în spațiul de torefiere unde, la o temperatură cuprinsă între 240-270°C, începe procesul de torefiere propriu-zis, care durează o perioadă corespunzătoare de timp, în funcție de tipul, granulația biomasei și de temperatura de torefiere. Anume în această fază începe descompunerea hemicelulozei, formându-se mai mult carbon în biomasă.

3. Energia termică necesară sistemului este produsă de un cazan. La pornirea sistemului cazanul funcționează ca un cazan tradițional alimentat cu biocombustibili solizi tradiționali. La această fază pot fi folosiți și peleți de calitate inferioară, produși din reziduuri agricole (agropeliți).

4. Când în zona de torefiere a reactorului s-a ajuns la regimuri optime, gazele volatile combustibile degajate (numite gaze de piroliză sau gaze de lemn) sunt transportate în cazanul de combustie, unde ard la o temperatură înaltă, între 800–1000°C, producând energie termică suplimentară celei produse prin arderea biomasei. Prin aceasta sistemul trece în regim de autoîntreținere.

5. În zona de torefiere a reactorului se formează un ciclu de circulație a căldurii datorită căruia se reduce durata necesară carbonizării biomasei, obținându-se un randament mai mare al sistemului.

6. Energia termică necesară uscării biomasei este asigurată prin aspirarea gazelor de ardere, care sunt transportate, prin separatorul de gaze și de condensare DPC, în schimbătorul de căldură, de unde energia termică este dirijată, în mod automat, conform regimurilor termice prestabilite, în sectoarele de uscare și de torefiere.

7. Manevrarea sistemului se face printr-un tablou de comandă, prin fixarea și urmărirea parametrilor avuți în vedere la obținerea produsului final dorit.

Itinerarul procesului tehnologic de producere a peleților din biomasă torefiată, cu specificarea regimurilor de lucru, este prezentat în tabelul 3.

Prima operație se referă la condiționarea primară a biomasei. În cadrul acestei operații biomasa se mărunțește prin tăiere nedistructivă în fracții tehnologice comode pentru torefiere și pentru transportare. Lungimea fracțiilor mărunțite nu trebuie să depășească 35 mm. Nu se recomandă o mărunțire cu lungimea fracțiilor mai mică de 10 mm deoarece, în acest caz, se îngreunează procesul de carbonizare în operația de torefiere.

În cazul materiei prime obținute din reziduuri agricole (cu excepția paielor), mărunțirea se realizează direct în câmp.

Tabelul 3. Itinerarul tehnologic de producere a peleților cu torefierea biomasei

Nr. crt.	Denumire etapă/operație	Regimuri	Notă
1	Condiționarea primară		
1.1.	Mărunțire primară	$L = 10-35 \text{ mm}$	De regulă, se realizează în câmp
1.2	Uscare preventivă		$M_{ar} < 40\%$
2	Torefierea		
2.1.	Transportarea biomasei în reactor		
2.2	Uscarea biomasei	$T = 110-180^{\circ}\text{C}$;	Regimurile se ajustează în funcție de umiditatea biomasei
2.3	Carbonizarea biomasei	$T = 255 \pm 15^{\circ}\text{C}$ $\tau = 25 \pm 10 \text{ min}$	Procesul trebuie realizat în mediu inert sau cu conținut redus de oxigen. Regimurile se ajustează în funcție de umiditatea biomasei
3	Condiționarea finală		
3.1	Răcire	Temperatura mediului	
3.2	Mărunțire fină	-	Tăiere cu trecere prin sită cu ecranul ochiurilor 4 mm
4	Peletizarea		
4.1	Densificare	$T = 80 \pm 10^{\circ}\text{C}$ $P = 120-150 \text{ MPa}$	Temperatura și presiunea se reglează prin valoarea interstițiului dintre tăvălugi și matriță
4.2	Răcirea produsului finit	La temperatura camerei	Este prevăzută în instalația de peletizare, realizându-se în strat fluidizat
5	Controlul și ambalarea peleților		

Uscarea preventivă a biomasei se referă de asemenea la condiționarea primară a biomasei. Deoarece biomasa supusă torefierii poate avea o umiditate de până la 40%, uscarea preventivă se recomandă a fi efectuată în mod natural, în câmp sau în depozite special amenajate.

Operația a doua, torefierea, are scopul de a îmbogăți biomasa cu conținut de carbon și se realizează în două etape. În cadrul primei etape, biomasa se usucă prin încălzirea la temperaturi mai joase de temperatura de descompunere a hemicelulozei, însă suficiente pentru uscarea rapidă a biomasei până la conținutul de umiditate 4-8%. În faza a doua a torefierii se efectuează carbonizarea propriu-zisă a biomasei.

În cadrul operației de condiționare finală, biomasa se răcește până la temperatura mediului înconjurător și se macină cu trecerea biomasei tăiate printr-o sită cu ecranul ochiurilor de 4 mm.

Celelalte operații se realizează conform procesului clasic de peletizare, cu folosirea liniilor de producere a peleților. La această fază este important să se regleze interstițiul dintre tăvălugi și matriță astfel încât să se asigure o temperatură a matriței de $T = 80 \pm 10^{\circ}\text{C}$ și o presiune în zona de densificare de 120–150 MPa.

CONCLUZII

1. Studiul referitor la efectele torefierii a demonstrat că aplicarea torefierii în procesul tehnologic de producere a peleților de foc din reziduuri agricole ar putea fi un mijloc sigur de sporire a puterii calorifice a peleților. S-a constatat că efectul torefierii se manifestă cel mai pronunțat în cazul biomasei provenite din reziduurile de la cultivarea spicoaselor, marcând o sporire a puterii calorifice inferioare în bază uscată a produsului finit de la 17,584 MJ/kg până la 22,752 MJ/kg, ceea ce reprezintă o sporire relativă de 29,4%. Peleții obținuți din paie de grâu torefiate corespund cerințelor normelor internaționale ENPlus 3.

2. Puterea calorică a reziduurilor lemnoase de 1–2 ani supuse torefierii a crescut cu 16,1%. Acest tip de biomasă, la umiditatea de 10%, posedă o putere calorică inferioară egală cu 16,41 MJ/kg, valoare care este puțin mai mică decât cea admisă de către normele ENPlus 3. După torefierea la

temperatura de 280°C, puterea calorică a biomasei a crescut până la 19,087 MJ/kg, ceea ce, de asemenea, corespunde cerințelor ENPlus 3.

3. În baza cercetărilor efectuate a fost elaborată o tehnologie nouă de producere a peleților din reziduuri agricole cu caracteristici corespunzătoare normelor ENPlus 3.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANUARUL statistic al Republicii Moldova 2015. Chișinău: Statistica. 566 p. ISBN 978-9975-78-932-5.
2. BERGMAN, P., BOERSMA, A., KIEL, J. et al. (2005b). Torrefied biomass for entrained-flow gasification of biomass. In: Report ECN-C—05-026, ECN, Petten.
3. BERGMAN, P., BOERSMA, A., ZWART, R. and KIEL J. (2005a). Torrefaction for biomass co-firing in existing coal-fired power stations. In: Report ECN-C—05-013, ECN, Petten.
4. CAO, L., YUAN, X., LI, H. et al. (2015). Complementary effects of torrefaction and co-pelletization: Energy consumption and characteristics of pellets. In: Bioresource Technology, vol. 185, pp. 254–262. ISSN 0960-8524.
5. CHANG, S., ZHAO, Z., ZHENG, A., HE, F., HUANG, Z., LI, H. (2012). Characterization of products from torrefaction of sprucewood and bagasse in an auger reactor. In: Energy and Fuels, vol. 26, pp. 7009–7017. ISSN 0887-0624.
6. CHEW, J. J., DOSHI, V. (2011). Recent advances in biomass pretreatment – torrefaction fundamentals and technology. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 8, pp. 4212–4222. ISSN 1364-0321.
7. GUDÎMA, A. (2017). Evaluarea utilizării reziduurilor agricole pentru scopuri energetice: Studiu de caz pentru raionul Soroca, Republica Moldova. In: Meridian ingineresc, nr. 1. ISSN 1683-853X.
8. HĂBĂȘESCU, I., CEREMPEI, V. (2012). Potențialul energetic al masei vegetale din agricultura Republicii Moldova. In: Energetica Moldovei – 2012: rapoarte: conf. intern., 4-6 oct., 2012, pp. 355-359. ISBN 978-9975-62-324-7.
9. MARIAN, G. (2014). Managementul biomasei agrosilvice pentru scopuri energetice. Chișinău: Iunie Prim. 264 p. ISBN 978-9975-4021-4-9.
10. MARIAN, Gr. (2016). Biocombustibili solizi, producere și proprietăți. Chișinău. 172 p. ISBN 978-9975-87-166-2.
11. MARIAN, Gr. (2014). Considerații pro și contra privind utilizarea pentru scopuri energetice a biomasei derivate de la cultivarea cerealielor spicoase. In: Știința Agricolă, nr. 1, pp. 56-61. ISSN 1857-0003.
12. MARIAN, Gr., KURASAWA, Soji, MUNTEAN, A., GUDIMA, A., DRUCEOC, Stela (2013). Estimarea capacității calorifice a biomasei lignocelulozice provenite din diferite zone ale Republicii Moldova în conceptul de producere de combustibili solizi. In: Știința Agricolă, nr. 1, pp. 97-104. ISSN 1857-0003.
13. MEIA, Y., CHEA, Q., YANGB, Q. et al. (2016). Torrefaction of different parts from a corn stalk and its effect on the characterization of products. In: Industrial Crops and Products, vol. 92, pp. 26–33. ISSN 0926-6690.
14. POUDEL, J., CHEON, S. O. (2014). Effect of torrefaction on the properties of corn stalk to enhance solid fuel qualities. In: Energies, vol. 7, pp. 5586–5600. ISSN 1996-1073.
15. PRINS, M. J., PTASINSKI, K. J., JANSSEN, F.J.J.G. (2006). Torrefaction of wood: part 2. Analysis of products. In: Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, vol. 77, pp. 35–40. ISSN 0165-2370.
16. STELT, M.J.C. van der, GERHAUSER, H., KIEL, J.H.A., PTASINSKI, K.J. (2011). Biomass upgrading by torrefaction for the production of biofuels: a review. In: Biomass and Bioenergy, vol. 35, pp. 3748–3762. ISSN 0961-9534.
17. TUMULURU, J.S., SOKHANSANJ, S., HESS, J.R., WRIGHT, C.T., BOARDMAN, R.D. (2011). A review on biomass torrefaction process and product properties for energy applications. In: Industrial Biotechnology, vol. 7, issue 5, pp. 384–401. ISSN 1550-9087.

Data prezentării articolului: 21.04.2017

Data acceptării articolului: 25.05.2017

CZU 662.71/.74 (478)

INFLUENȚA PARAMETRILOR DENSIFICĂRII ASUPRA CALITĂȚII PELEȚILOR PRODUȘI DIN REZIDUURI AGRICOLE

*Grigore MARIAN, Andrei GUDÎMA, Andrei PAVLENCO**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

Abstract. The purpose of the research was to establish the optimum production regimes for pellets derived from crop residues by optimizing the densification regimes. The research was carried out in the Solid Biofuels Laboratory within the State Agrarian University of Moldova, using standard methods for determining the main qualitative characteristics of the studied biomass. Densification was performed for single granules at a press designed and made for this purpose. Experimentally, it has been established that pellet production with particle density greater than 1.0 g/cm^3 , which provides a bulk density of pellets greater than 600 kg/m^3 , i. e., it meets the requirements of ENPlus3, can be performed at a mold temperature of at least 80°C and the initial moisture content of the biomass should not exceed 12%. If the pelletizing occurs at temperatures above 80°C , the initial moisture content of the biomass may be increased proportionally to the increase of the pelletizing temperature, but not more than 15%. Also, it was determined that the highest calorific value of pellets is obtained when the initial moisture content of the biomass is within the range of $10 \pm 2\%$.

Key words: Fuel pellets; Densification; Particle density; Calorific value; Moisture content; Mechanical durability; Agricultural residues.

Rezumat. Scopul prezentei cercetări este stabilirea regimurilor optime de fabricație a peleților produși din reziduuri agricole vegetale prin optimizarea regimurilor de densificare. Cercetările au fost realizate în Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, folosindu-se metode standard de determinare a principalelor caracteristici calitative ale biomasei studiate. Densificarea s-a realizat pentru granule singulare la o presă proiectată și confecționată pentru acest scop. Experimental s-a stabilit că producerea peleților cu densitatea particulelor mai mare de $1,0 \text{ g/cm}^3$, ce asigură o densitate în vrac a peleților mai mare de 600 kg/m^3 , adică corespund cerințelor ENPlus3, poate fi realizată la temperatura matriței de cel puțin 80°C , iar umiditatea inițială a biomasei nu trebuie să depășească 12%. Dacă peletizarea are loc la temperaturi mai mari de 80°C , umiditatea inițială a biomasei poate fi mărită proporțional cu mărirea temperaturii peletizării, însă nu mai mult de 15%. De asemenea, s-a constatat că cea mai mare putere calorifică a peleților se obține când umiditatea inițială a biomasei se află în diapazonul $10 \pm 2\%$.

Cuvinte-cheie: Peleți de foc; Densificare; Densitatea particulelor; Putere calorifică; Conținut de umiditate; Durabilitate mecanică; Reziduuri agricole.

INTRODUCERE

În cercetările noastre anterioare (Gudîma, A. 2017) am evidențiat principalii factori de influență a calității peleților de foc și am arătat căile posibile de mărire a indicatorilor calitativi prin optimizarea variabilelor materiei prime și a celor de fabricație.

Scopul prezentei cercetări este stabilirea regimurilor optime de fabricație a peleților produși din reziduuri agricole vegetale prin optimizarea regimurilor de densificare. În calitate de obiect al cercetării a servit biomasa vegetală provenită din diferite reziduuri agricole.

Importanța și actualitatea studiului realizat sunt justificate de ponderea gradului de densificare a particulelor de biomasă asupra unui șir de indicatori calitativi ai peleților, precum densitatea particulelor, durabilitatea mecanică, puterea calorifică, umiditatea la recepție a produsului finit.

Analiza rezultatelor experimentale obținute în cadrul studiului ne-au permis să formulăm recomandări cu privire la stabilirea regimurilor tehnologice de densificare a peleților produși din reziduuri agricole vegetale.

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetarea proprietăților de densificare s-a realizat pe probe de biomasă provenită din reziduuri lemnoase de la tăierea pomilor fructiferi și din paie de grâu. Biomasa supusă încercărilor a fost mărunțită la moara cu ciocane SV 7, cernută prin site cu deschiderea ochiurilor de 1 mm, 3 mm și 4 mm. Densificarea a fost estimată prin prisma a trei parametri: densificarea particulelor, durabilitatea peleților, rezistența la compresiune.

Eșantionarea probelor din masa rezultată de la mărunțire s-a efectuat prin metoda sferturilor, în

conformitate cu SMV EN 14780: 2012. Din fiecare grupă dimensională de biomasă supusă testării s-au prelevat câte 5 probe cu greutatea de 100 g, pentru care s-a determinat distribuția granulometrică prin cernere cu site oscilante în conformitate cu cerințele SMV EN 15149 1;2: 2012. A fost folosit setul din 7 site cu deschiderea ochiurilor după cum urmează: 3,15; 2,80; 2,0; 1,4; 1,00; 0,5; 0,25 mm. Durata de cernere a fost de 15 minute. După cernere, masa reținută pe fiecare sită a fost cântărită la balanța analitică KERN EW 3000-2M. Testul de cernere a fost replicat de 5 ori, ceea ce a permis determinarea abaterii standard și a intervalului de încredere.

Fiecare tip de biomasă măcinată a fost împărțită în 3 părți, care au fost plasate pentru 60 de minute în interiorul etuvei de condiționare în vid EV MGGA cu următoarele regimuri:

- 1) temperatura 20°C, umiditatea relativă 40%;
- 2) temperatura 20°C, umiditatea relativă 60%;
- 3) temperatura 20°C, umiditatea relativă 80%.

Aceste regimuri ale aerului din etuvă au asigurat următoarele valori ale conținutului de umiditate în bază umedă: 7,5; 10,1 și, respectiv, 14,7 %.

Procesul de densificare a peleților a fost studiat printr-un experiment polifactorial cu patru variabile (tab. 1). În calitate de variabile de influență au servit temperatura peletizării, umiditatea biomasei, granulația biomasei și forța de presare. Astfel, cele trei niveluri ale planului experimental au fost folosite pentru a investiga efectul temperaturii T (75 °C, 100 °C și 125 °C), al umidității materiei prime înainte de densificare M (7,5 %, 11,1 % și 14,7 %) al dimensiunii ochiurilor sitelor de la moara de mărunțire a biomasei Gr (1 mm, 3 mm și 4 mm) și al presiunii densificării P (100 MPa, 125 MPa și 150 MPa). Valorile pentru factorii de răspuns au fost determinate în conformitate cu metodele descrise anterior de noi (Marian, Gr. 2014, 2016). Datele experimentale au fost prelucrate în programul STATGRAPHICS Centirion.

Planul experimental este construit pe 3 niveluri, cu câte 27 de experimente pentru fiecare tip de biomasă, în total având loc 81 de experimente. Fiecare experiment a fost repetat de 3 ori.

Tabelul 1. Planul experimental referitor la studiul procesului de densificare a peleților

Variabile independente	Cod	Nivelul variabilei codificate		
		-1	0	+1
Temperatura, °C	X ₁	75	100	125
Conținutul de umiditate în bază umedă, %	X ₂	7,5	10,1	14,7
Presiunea, N	X ₃	1500	2000	2500
Dimensiunile particulelor	X ₄	< 1,5	< 2,5	< 4

Peletizarea a fost efectuată în mod individual, într-un granulator cu un singur loc (construit în atelierul mecanic al Catedrei Menținerea mașinilor și ingineria materialelor, Universitatea Agrară de Stat din Moldova), în condiții de control al temperaturii și forței de presare (fig. 1).

Presa este formată dintr-un cilindru și un piston cu diametrul de 8 mm încorporat într-o carcasă metalică înfășurată de un element termic. Pentru controlul temperaturii este prevăzut un termocuplu conectat la o unitate de control. Fundul matriței este dotat cu o bară glisantă care, în poziția închisă, blochează evacuarea materialului densificat, iar în poziția deschisă permite evacuarea acestuia din gaura matriței.

Înainte de fiecare utilizare, matrița este curățată cu acetonă și ștersă cu ajutorul unui prosop de hârtie și analizată vizual dacă nu are defecte sau alte imperfecțiuni.

Structura stratificată, similară cu cea obținută la granuloarele industriale, s-a obținut prin încărcarea treptată a biomasei, în cantități de câte 0,25 g, cu comprimarea fiecărei porții la o viteză de 2 mm/s până când granula a obținut lungimea de 16 mm. După fiecare comprimare, pistonul a fost menținut timp de 5 s la presiunea finală și apoi retras în poziția inițială.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele experimentale sunt prezentate în tabelul 2. Probele care, după nivelul indicatorilor respectivi de calitate, nu corespund cerințelor normelor internaționale ENPlus le-am evidențiat prin marcarea acestora. Astfel, probele 1, 7, 8, 11, 15, 25 și 26 nu corespund cerințelor referitoare la densitatea particulelor, probele 1, 3, 22 și 25 s-au remarcat printr-un conținut de umiditate la recepție mai mare de 10%, ceea ce, de asemenea, depășește normele ENPlus, iar probele 1–8, 11, 13, 15, 19, 22, 25 și 26 nu corespund cerințelor ENPlus după rezistența mecanică.

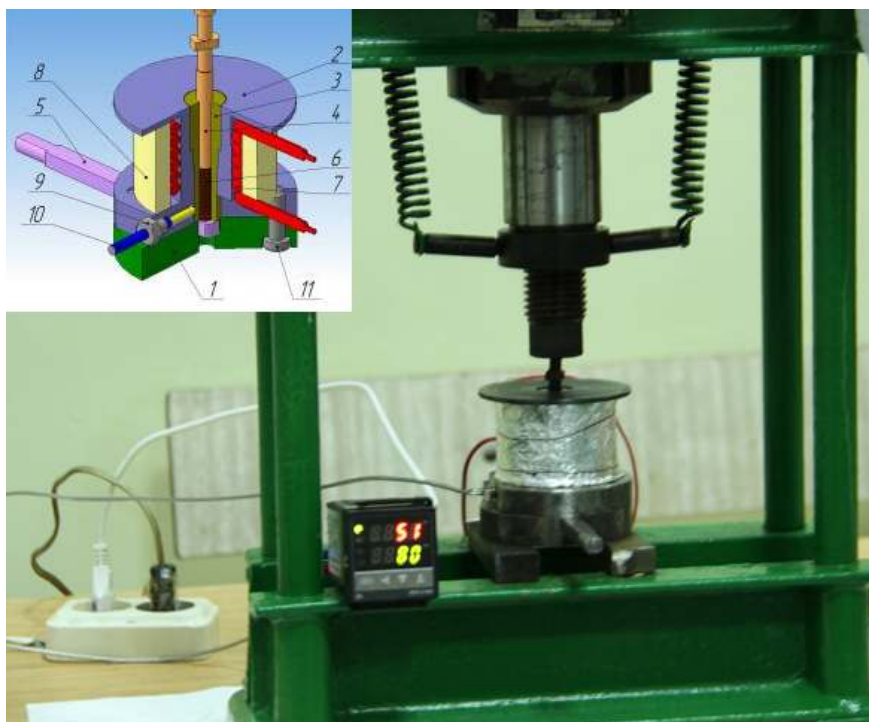


Figura 1. Instalația de studiere a procesului de densificare a unei granule:

1 – fundație; 2 – carcasă; 3 – cilindru; 4 – piston cu diametrul 8 mm; 5 – suport glisant; 6 – material densificat; 7 – element de încălzire; 8 – cămașă; 9 – fixator; 10 – termocuplu; 11 – bulon fixator.

După prelucrarea statistică a datelor experimentale am obținut următoarele ecuații de regresie:

$$DE = 1,027 + 0,08T - 0,14M + 0,05Gr + 0,03P + 0,07T^2 + 0,08TM - 0,023TGr - 0,01TP - 0,025M^2 + 0,03MGr + 0,02M^3P + 0,01Gr^2 - 0,005GrP, \quad (1)$$

$$M_r = 7,0 - 3,04T + 2,13Mi - 0,73Gr - 0,34P - 0,23T^2 - 1,05TMi + 0,33TGr - 0,2TP + 0,09Mi + 0,17MiGr + 0,35MiP + 0,07Gr^2 - 0,23GrP + 0,67P^2, \quad (2)$$

$$NCV_{M=10\%} = 17010,8 + 50,78T + 94,55M + 7,5Gr + 35,94^3P - 3,28^3T^2 + 28,25TM + 25,24TGr + 25,02TP - 10,4M^2 - 43,95MGr - 20,45MP - 62,12Gr^2 - 52,1GrP - 12,16P^2, \quad (3)$$

$$DU = 95,0 + 1,13T - 1,45833M + 0,67Gr - 0,08P + 0,52T^2 + 1,13TM - 0,875TGr - 0,375TP + 0,4M^2 + 0,25MGr + 0,33Gr^2 - 0,375GP - 0,42P^2 \quad (4),$$

în care DE – densitatea particulelor, g/cm³; $NCV_{M=10\%}$ – puterea calorifică inferioară la umiditatea 10%, J/g; M_r – conținutul de umiditate la recepție, %; DU – durabilitatea mecanică, %.

Densitatea particulelor. Observând densitatea particulelor în granule formate din biomasă vegetală densificată, putem menționa că densitatea particulelor nu este un indicator obligatoriu pentru biocombustibilii în formă de peleți, fiind obligatoriu însă pentru brichete. Mai mult ca atât, densitatea particulelor este folosită de către mai mulți cercetători pentru caracterizarea gradului de densificare a diferitor tipuri de granule (Li, Y. 2000; Nguyen, Q.N. 2016; Rezaei, H. 2016; Bergströma, D. 2008; Carone, M.T. 2010; Tarasov, D. 2013; Zamorano, M. 2011).

Cercetările realizate până în prezent și practica producătorilor de biocombustibili solizi arată că densitatea particulelor biocombustibililor solizi în formă de peleți trebuie să depășească 1,0 g/cm³, iar pentru brichete – 0,9 g/cm³. În această situație, peleții posedă o densitate în vrac mai mare de 600 kg/m³ (Zamorano, M. 2011). De menționat că normele EN 14961-2 nu limitează densitatea maximă în vrac, implicit, densitatea particulelor, pe când standardul ISO 17225-2 limitează valoarea maximă a densității în vrac la 750 kg/m³. Acest lucru este motivat de eficiența redusă a combustiei peleiților cu densitate mare din cauza accesului limitat al oxigenului în volumul compactat (Tarasov, D. 2013).

Densitatea unui pelet a fost calculată prin raportul masei probei studiate la volumul acesteia. Masa a fost măsurată la balanța analitică cu precizia ±0,0001 g. Volumul s-a calculat din lungimea și diametrul exemplarului, presupunând o formă perfect cilindrică. Dimensiunile peletului au fost măsurate cu ajutorul unui șubler electronic cu precizia ±0,01 mm. Densitatea particulelor a fost determinată imediat după

Tabelul 2. Planul experimentelor și rezultatele obținute

Nr. exp.	X1	X2	X3	X4	x1	x2	x3	x4	Factori de răspuns					
	T°C	M, %	Gr, mm	P, MPa	T°C	M, %	Gr, mm	P, MPa	DE, g/cm ³	NCV _d , J/g	NCV _r , J/g	NCV _{M=10} , J/g	M _r , %	DU, %
1	-1	1	0	0	75	14,7	3	125	0,79	19224,71	16425,84	17071,74	13	93
2	-1	0	0	1	75	11,1	3	150	1,07	19215,47	17106,46	17169,64	9,8	94
3	-1	0	0	-1	75	11,1	3	100	1,00	18956,40	16660,17	16893,30	11	94
4	0	0	0	0	100	11,1	3	125	1,04	19188,21	17683,68	17038,89	7	95
5	1	0	0	1	125	11,1	3	150	1,17	19178,39	18362,02	17030,05	3,8	95
6	0	0	0	0	100	11,1	3	125	1,02	19084,41	17587,15	16945,47	7	95
7	0	0	-1	1	100	11,1	1	150	0,99	19064,58	17226,79	16927,62	8,6	94
8	0	1	1	0	100	14,7	4	125	0,95	19218,17	17367,18	17065,85	8,6	94
9	-1	-1	0	0	75	7,5	3	125	1,14	18968,87	17564,79	16841,48	6,6	97
10	0	-1	-1	0	100	7,5	1	125	1,13	18706,57	17403,85	16605,41	6,2	98
11	0	1	-1	0	100	14,7	1	125	0,75	19077,91	17046,53	16939,62	9,5	93
12	1	0	1	0	125	11,1	4	125	1,19	19160,33	18451,97	17013,80	3,3	98
13	0	0	1	1	100	11,1	4	150	1,11	19046,48	17744,04	16911,33	6,1	95
14	1	-1	0	0	125	7,5	3	125	1,17	19100,01	18522,07	16959,51	2,7	97
15	0	0	-1	-1	100	11,1	1	100	0,94	19090,58	17207,77	16951,02	8,8	94
16	0	-1	1	0	100	7,5	4	125	1,20	19042,16	18060,19	16907,44	4,6	98
17	1	0	-1	0	125	11,1	1	125	1,19	19389,84	18587,13	17220,35	3,7	98
18	0	-1	0	-1	100	7,5	3	100	1,16	19093,92	17874,18	16954,02	5,7	97
19	0	0	0	0	100	11,1	3	125	1,02	19198,21	17692,99	17047,89	7	95
20	0	-1	0	1	100	7,5	3	150	1,20	19158,11	18084,96	17011,80	5	98
21	1	1	0	0	125	14,7	3	125	1,16	19481,40	18413,87	17302,76	4,9	98
22	-1	0	-1	0	75	11,1	1	125	1,00	19090,64	16737,12	16951,07	11	93
23	-1	0	1	0	75	11,1	4	125	1,09	18748,98	16790,96	16643,58	9,3	97
24	1	0	0	-1	125	11,1	3	100	1,13	18760,16	17580,51	16653,64	5,6	97
25	0	1	0	1	100	14,7	3	150	0,91	19150,71	16897,86	17005,14	11	94
26	0	1	0	-1	100	14,7	3	100	0,78	19177,41	17072,14	17029,17	9,8	93
27	0	0	1	-1	100	11,1	4	100	1,08	19304,01	17748,16	17143,11	7,2	97

Legendă: DE – densitatea particulelor; NCV_d – puterea calorifică inferioară în bază uscată; NCV_r – puterea calorifică inferioară la recepție; NCV_{M=10%} – puterea calorifică inferioară la umiditatea 10%; M_r – conținutul de umiditate la recepție; DU – durabilitatea mecanică.

ejecția probei. Valorile au fost raportate la media obținută din trei măsurări, pentru care s-a calculat abaterea standard și intervalul de încredere.

Analizând datele din tabelul 2, în baza cărora a fost obținută ecuația de regresie (1), vizualizată în figura 2, se constată că cea mai mare influență asupra densității particulelor este exercitată de conținutul de umiditate – odată cu micșorarea acestuia se mărește densitatea particulelor, valoarea optimă a densității fiind obținută la umiditatea de 7,45%.

Temperatura peletizării acționează în sens invers – la mărirea temperaturii densitatea particulelor se micșorează, atingând valori maxime la temperatura matriței egală cu 80 °C. Această temperatură se consideră optimă dacă procesul de densificare a probelor are loc la presiunea de 150 MPa, iar granulația particulelor este maximă, adică biomasa este cernută prin sită cu ochiuri de 4 mm. Rezultatul poate fi explicat prin următoarele efecte prezente la aceste regimuri: micșorarea temperaturii de sticlozitate, ceea ce conduce la vitrificarea mai completă a biomasei; formarea unor punți solide de legătură cvaziechilibrate; creșterea legăturilor de contact dintre particule datorită forțelor van der Waals mai pronunțate.

De menționat că peleți cu densitate a particulelor destul de bună – (1,15<DE<1,25) g/cm³ – pot fi obținuți prin presare la temperaturi mai înalte, însă în acest caz este necesar să se mărească conținutul de umiditate în biomasă înainte de densificare (fig. 3).

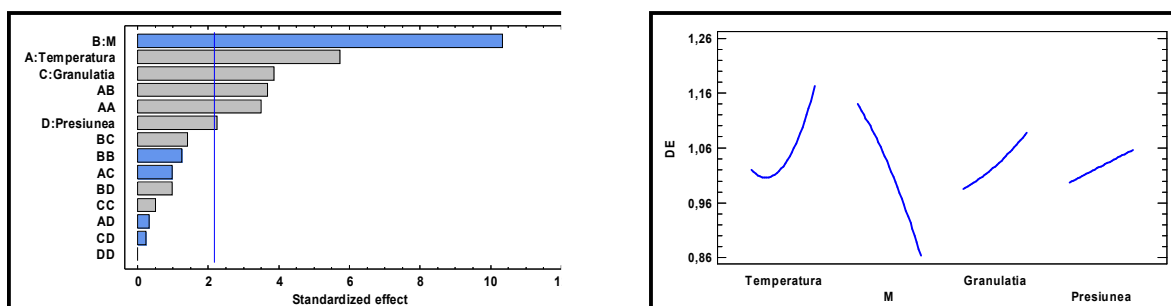


Figura 2. Diagrama Pareto standardizată și factorii dominanți de influență asupra densității particulelor peleișorilor singulari

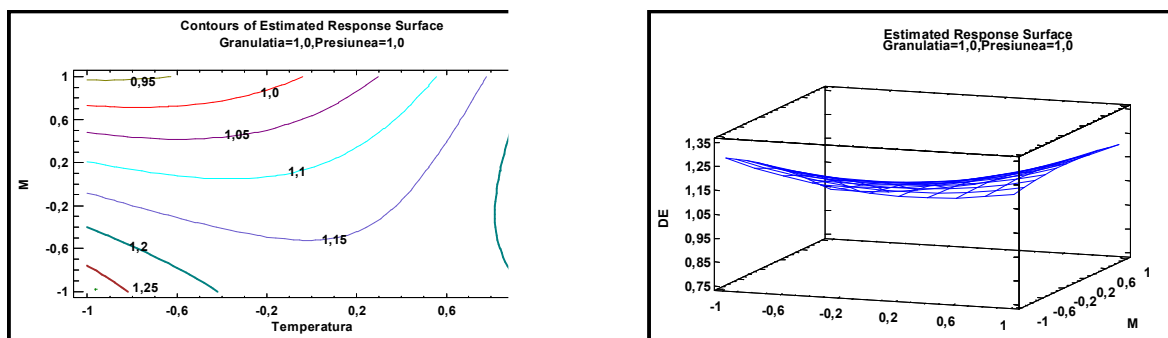


Figura 3. Contururile și suprafețele de răspuns referitoare la influența temperaturii și a umidității inițiale asupra densității particulelor peleișorilor singulari fabricați din particule de biomasă cu granulația 4 mm la presiunea 125 MPa

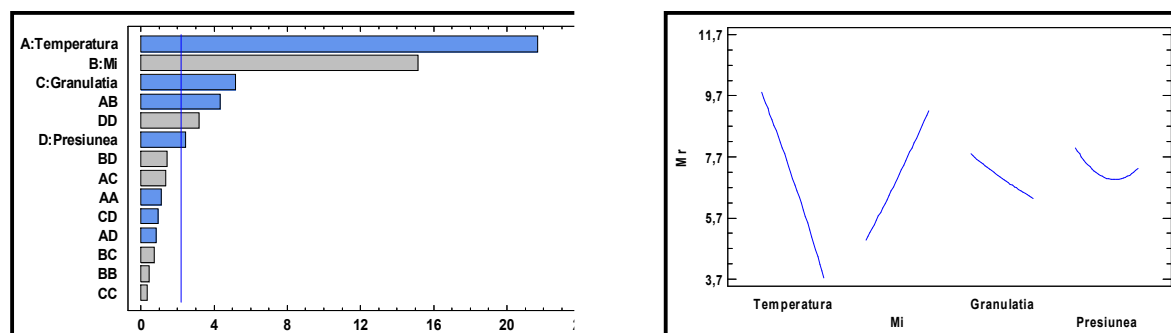


Figura 4. Diagrama Pareto standardizată și factorii dominanți de influență asupra umidității la recepție a peleișorilor densificați singular

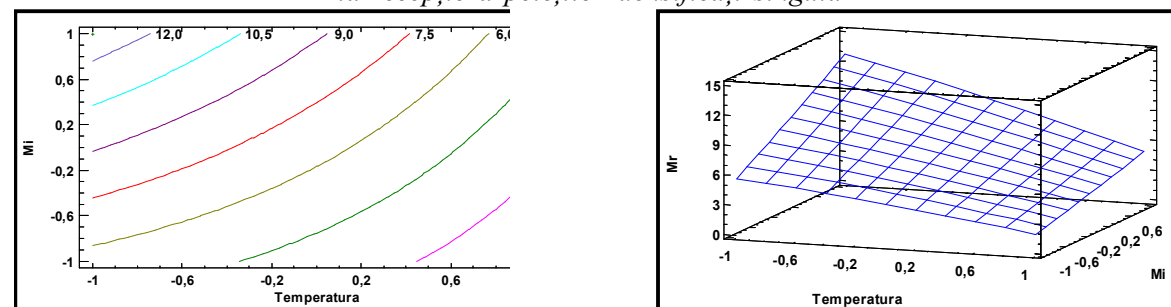


Figura 5. Contururile și suprafețele de răspuns referitoare la influența temperaturii și a umidității inițiale asupra umidității finale a peleișorilor singulari fabricați din particule de biomasă cu granulația 4 mm la presiunea 125 MPa

Prin analiză vizuală s-a constatat că peleișii densificați la temperaturi mai joase de 80 °C sunt crăpăcioși, iar cei densificați la temperaturi mai joase de 80 °C și la presiuni mici sunt necalitativi, deoarece integrarea particulelor în procesul densificării a fost foarte dificilă sau chiar imposibilă (probele 1, 3, 22).

În baza rezultatelor experimentale obținute se poate concluziona că producerea peleiților cu densitatea particulelor mai mare de $1,0 \text{ g/cm}^3$, ce asigură o densitate în vrac a peleiților mai mare de 600 kg/m^3 , adică conform cerințelor ENPlus 3, poate fi realizată la temperaturi similare celor în care s-au realizat încercările experimentale, însă nu mai mici de 80°C . Umiditatea inițială a biomasei nu trebuie să depășească 12% dacă peletizarea are loc la temperaturi joase (în jur de 80°C), putând fi mărită, proporțional, odată cu mărirea temperaturii peletizării.

Conținutul de umiditate. Analizând ecuația 2 și graficele din figurile 4 și 5 se poate afirma că factorii dominați care influențează conținutul de umiditate în produsul finit la recepție sunt temperatura peletizării și conținutul de umiditate a materiei prime înainte de densificare. Menționăm că conținutul de umiditate a fost estimat la recepție, adică la ieșire din presă.

Se constată că influența temperaturii asupra conținutului de umiditate a peleiților la recepție poartă un caracter brusc descendent, pe când cantitatea de umiditate inițială, adică cea prezentă în biomasă înainte de densificare, influențează brusc ascendent umiditatea peleiților la recepție. Granulația biomasei și presiunea densificării influențează lent descendent umiditatea la recepție a peleiților.

Puterea calorifică a fost estimată în baza valorii puterii calorifice inferioare, recalculată pentru conținutul de umiditate la recepție egal cu 10%, conform normelor ENPlus 3 referitoare la peleiții de foc (Marian, Gr. 2016).

CONCLUZII

Cercetarea influenței regimurilor densificării asupra densității particulelor a demonstrat că producerea peleiților cu densitatea particulelor mai mare de $1,0 \text{ g/cm}^3$, ce asigură o densitate în vrac a peleiților mai mare de 600 kg/m^3 , adică în corespundere cu cerințele ENPlus 3, poate fi realizată la temperatura matriței de cel puțin 80°C , umiditatea inițială a biomasei fiind de până la 12%. Dacă peletizarea are loc la temperaturi mai mari de 80°C , umiditatea inițială a biomasei poate fi mărită, proporțional, odată cu mărirea temperaturii peletizării, însă nu mai mult de 15%. De asemenea, s-a constatat că cea mai mare putere calorifică a peleiților se obține când umiditatea inițială a biomasei se află în diapazonul $10\pm 2\%$. Regimurile stabilite pot fi recomandate în calitate de regimuri tehnologice la producerea peleiților din biomasă agricolă prin densificarea particulelor în matrițe cu disc.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BERGSTRÖMA, D., ISRAELSSON, S., ÖHMANN, M. et al. (2008). Effects of raw material particle size distribution on the characteristics of Scots pine sawdust fuel pellets. In: Fuel Processing Technology, vol. 89, pp. 1324-1329. ISSN 0378-3820.
2. CARONE, M.T., PANTALEO, A., PELLERANO, A. (2010). Influence of process parameters and biomass characteristics on the durability of pellets from the pruning residues of *Olea europaea* L. In: Biomass and Bioenergy, vol. 30, pp. 1-9. ISSN 0961-9534.
3. GUDÎMA, A., MARIAN, Gr., PAVLENCO, A. (2017). Stadiul actual al cercetărilor cu privire la influența variabililor de producție asupra calității biocombustibililor densificați în formă de peleiți. In: Meridian Ingineresc, nr. 1, pp. 51 - 60. ISSN 1683-853X.
4. LI, Y., HENRY, L. (2000). High-pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel. In: Biomass and Bioenergy, vol. 19, pp. 177-186. ISSN 0961-9534.
5. MARIAN, Gr. (2016). Biocombustibili solizi, producere și proprietăți. Chișinău. 172 p. ISBN 978-9975-87-166-2.
6. MARIAN, Gr. (2014). Managementul biomasei agrosilvice pentru scopuri energetice. Chișinău: Iunie Prim. 264 p. ISBN 978-9975-4021-4-9.
7. NGUYEN, Q. N., CLOUTIER, A., ACHIM, A., STEVANOVIC, T. (2016). Effect of process parameters and raw material characteristics on physical and mechanical properties of wood pellets made from sugar maple particles. In: Biomass and Bioenergy, vol. 80, pp. 338-349. ISSN 0961-9534.
8. REZAEI, H., LIMA, C.J., LAU, A., SOKHANSANJ, S. (2016). Size, shape and flow characterization of ground wood chip and ground wood pellet particles. In: Powder Technology, vol. 301, pp. 737-746. ISSN 0032-5910.
9. TARASOV, D., SHAHI, C., AND LEITCH, M. (2013). Effect of Additives on Wood Pellet Physical and Thermal Characteristics: A Review. In: ISRN Forestry, pp. 1-6. DOI 10.1155/2013/876939
10. ZAMORANO, M., POPOV, V., RODRÍGUEZ, M. L., GARCÍA-MARAVÉ, A. A. (2011). Comparative study of quality properties of pelletized agricultural and forestry logging residues. In: Renewable Energy, vol. 36, pp. 3133-3140. ISSN 0960-1481.

Data prezentării articolului: 21.04.2017

Data acceptării articolului: 15.05.2017

CZU 636.4.082.263

EFECTUL UTILIZĂRII METODELOR DE HIBRIDARE ÎN SPORIREA PRODUCȚIEI ȘI AMELIORAREA CALITĂȚII CARCASELOR LA SUINE

Ilie ROTARU, Serghei SECRIERU, Efimia GĂINĂ
Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. The paper presents the results of studies proving the fact that the problem of competitive meat production is determined by the efficient use of the new parental genotypic combinations depending on the genetic and productive potential of animal breeds. Research results have shown that the hybrids obtained from the combination of Landrace x Hampshire x Pietrain and Large White x Landrace x Pietrain breeds have produced carcasses where the fat layer was by 3.9 and 8.6 mm thinner, the length of hams was by 5,13 and 4,10 cm longer, and the weight of the longissimus dorsi muscle was by 0,94 and 0,76 kg heavier, compared with the Large White purebreds. The performed investigations contribute to the development of the specificity of hybridization and to the increase of the quality meat production with a direct impact on the health and welfare of consumers.

Key words: Swine; Hybrids; Carcasses; Weight; Carcass composition.

Rezumat. În lucrare sunt prezentate rezultate, care confirmă că problema producerii cărnii competitive este predeterminată de utilizarea eficientă a noilor combinații genotipice parentale realizate în funcție de potențialul genetic și productiv al raselor de animale. În urma cercetărilor efectuate s-a constatat, că hibridii obținuți din combinarea raselor Landrace x Hampshire x Pietrain și Marele Alb x Landrace x Pietrain au produs carcase cu stratul de slănină mai subțire cu 3,9 și 8,6 mm, lungimea jamboanelor mai mare cu 5,13 și 4,10 cm, iar greutatea mușchiului lungul dorsal mai mare cu 0,94 și 0,76 kg, comparativ cu produșii de rasă pură Marele Alb. Investigațiile efectuate contribuie la dezvoltarea specificului hibridării și sporirea producției de carne de calitate cu impact direct asupra sănătății și bunăstării consumatorului.

Cuvinte-cheie: Suine; Hibridi; Carcase; Greutate; Compoziția carcaselor.

INTRODUCERE

Procesul de intensificare a suiniculturii este într-o strânsă legătură cu utilizarea metodelor eficiente de hibridare. Aceste acțiuni contribuie la mărirea productivității și a viabilității animalelor, precum și la micșorarea consumului specific. Hibridarea se bazează pe efectul creșterii suinelor în rasă pură și depinde de eficiența metodelor de selecție aplicate (Campbell, R. 2010; Rotaru, I., Harea, V., Secrieru, S. 2014).

Efectul heterozis care trebuie obținut se manifestă în mod diferențiat în funcție de rasă, de calitatea animalelor, de capacitatea de combinare a lor și de alte condiții. Având în vedere că gradul de manifestare a heterozisului este foarte variat în ceea ce privește caracterile calitative și cantitative, apare necesitatea selectării corecte a raselor pentru obținerea hibridilor, în concordanță cu scopul urmărit. Superioritatea hibridării față de creșterea în rasă pură se explică prin faptul că pe seama realizării efectului heterozis poate fi mărită considerabil producția de carne, acest proces cumulând efectele creșterii în rasă pură cu cele ale încrucișării industriale (Campbell, R. 2010). Actualmente nu există, practic, nici o țară dezvoltată unde nu s-ar realiza programe de hibridare, iar fundamentul fiecăreia dintre ele îl constituie rasele și liniile specializate bine selecționate și controlate privind capacitatea combinativă. La obținerea hibridilor comerciali, într-o primă etapă, sunt foarte importante elaborarea, aprecierea și aprobarea celor mai productive combinații de rase (Wood, J.D., Nute, G.R. et al. 2004; Rotaru, I., Harea, V., Secrieru, S. 2014; Rotaru, I. 2013).

Crearea hibridilor și crosurilor de suine prevede, în primul rând, ameliorarea potențialului genetic al raselor, tipurilor și liniilor parentale. Pentru selectarea hibridului performant este necesară aprecierea capacității combinative a genotipurilor participante la hibridare. Combinarea diferitor gene asigură modificarea eredității, creșterea vitalității, a prolificității, precum și sporirea producției de carne prin utilizarea eficientă a tuturor posibilităților genetice, cum ar fi efectul selecției, efectul încrucișării și heterozisul (Ahlschwede, William T., Robison, O.W., Schindcel, Allen P. 2005). Implementarea hibridării în suinicultură depinde, în mare măsură, de rezultatele selecției porcinelor și asigurarea științifică a acestei metode de ameliorare. Este important de efectuat cercetări privind producerea cărnii de calitate în corespundere cu preferințele procesatorului și ale consumatorului. În aceste condiții, calitatea carcaselor are o influență directă asupra cantității și calității produselor preconizate a fi preparate.

MATERIAL ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat pe materialul biologic obținut în unitățile de producție Farm Meat Processing.

În studiu au participat 4 loturi de suine: un lot martor și 3 loturi de hibrizi obținuți prin combinarea rasei Marele Alb cu rasele Landrace, Hampshire, Pietrain (rase specializate în producția de carne). Lotul martor (I) s-a format din suine de rasă pură Marele Alb, lotul al doilea (II) – din hibrizi trirasiali, cu forma maternă Landrace x Hampshire și forma paternă rasa Pietrain, loturile al treilea (III) și al patrulea (IV) – din tineret hibrid obținut prin combinarea formei materne Marele Alb x Landrace cu formele paterne Hampshire și, respectiv, Pietrain. În total în studiu s-au aflat 56 de hibrizi (câte 14 în fiecare lot), care au fost supuși îngrășării până la greutatea de 120 kg. Din fiecare lot au fost sacrificați câte 6 indivizi. Masa carcaselor s-a determinat prin cântărirea lor la „cald”, îndată după sacrificare, folosindu-se cântarul electronic. Lungimea carcaselor s-a măsurat cu panglica, începând cu prima vertebră cervicală până la osul pubis. Lărgimea carcaselor pe exterior s-a determinat în regiunea vertebrei a șasea toracală (folosindu-se panglica), iar pe interior – în regiunea pieptului, spre vertebrele toracice. Grosimea stratului de slănină s-a măsurat cu rigla în regiunea vertebrelor 6–7 toracice, în regiunea spinării, pieptului, crupei, abdomenului și flancului. Jamboanele s-au delimitat între ultima și penultima vertebră lombară și jaret, iar apoi, cu ajutorul cântarului electronic, s-a determinat masa mușchiului lungul dorsal și a mușchiulețului, care s-au preparat conform cerințelor în vigoare.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pentru utilizarea eficientă a raselor specializate de suine la producerea hibrizilor este inevitabilă determinarea capacității combinative. Astfel, în baza rezultatelor obținute se pot recomanda variante de combinări de rase și linii pentru obținerea diverselor produse solicitate de consumator. Calitatea carcaselor de suine depinde în mare măsură de lungimea și lărgimea lor pe exterior și interior. Cu cât lungimea carcaselor va fi mai mare, cu atât se va conține mai multă carne macră. Lărgimea carcaselor indică gradul de formare a grăsimii în strat pe linia inferioară și superioară. Carcasele cu o lărgime mai mare formează acumulări mai sporite de slănină (tab. 1).

Tabelul 1. Influența genotipului asupra calității carcaselor la suine

Lotul	n	Genotipul	Masa carcasei, kg	Lungimea carcasei, cm	Lărgimea carcasei pe exterior, cm	Lărgimea carcasei pe interior, cm
I (martor)	6	MA	80,50±0,74	95,27±0,49	38,31±0,87	22,61±0,58
II	6	L×H×P	81,24±0,78	95,51±1,06	35,44±0,94	18,32±0,43
III	6	MA×L×H	82,21±0,96	97,52±0,34	37,80±0,63	20,14±0,66
IV	6	MA×L×P	83,22±0,68	97,41±0,54	34,64±0,79	19,55±0,78

Hibrizii din loturile III și IV au produs carcase a căror greutate a fost cu 1,71 și, respectiv, cu 2,72 kg mai mare comparativ cu lotul I (martor) ($B > 0,95$).

Datele prezentate în tabel relevă că carcase cu o lungime de peste 97 cm au fost obținute în loturile III și IV, unde forma maternă au constituit-o scroafele birasiale MA×L. Diferența dintre loturile III și IV, față de lotul I, s-a egalat cu 2,25 cm și 2,14 cm ($B \geq 0,95$). Lărgimea carcaselor pe exterior în loturile unde s-a folosit vierul terminal de rasă Pietrain a fost 34,64–35,44 cm, iar diferența a constituit 2,87 cm–3,67 cm (loturile II și IV) ($B \geq 0,95$). Astfel de tendințe s-au identificat și privind lărgimea pe interior a carcaselor.

Diferențele comparativ cu lotul martor s-au egalat cu 4,29 și, respectiv, 3,06 cm. Aceste rezultate demonstrează faptul că stratul de slănină la suinele din aceste loturi a fost mai subțire în diferite regiuni ale carcaselor (tab. 2).

Tabelul 2. Grosimea stratului de slănină în funcție de genotipul suinelor

Lotul	n	Genotipul	Masa carcasei, kg	Lungimea carcasei, cm	Lărgimea carcasei pe exterior, cm	Lărgimea carcasei pe interior, cm
I (martor)	6	MA	80,50±0,74	95,27±0,49	38,31±0,87	22,61±0,58
II	6	L×H×P	81,24±0,78	95,51±1,06	35,44±0,94	18,32±0,43
III	6	MA×L×H	82,21±0,96	97,52±0,34	37,80±0,63	20,14±0,66
IV	6	MA×L×P	83,22±0,68	97,41±0,54	34,64±0,79	19,55±0,78

Grosimea stratului de slănină în regiunea vertebrelor toracice 6-7 a fost semnificativ mai mică în loturile II și IV – cu 10,0 și, respectiv, cu 11,1 mm ($B \geq 0,999$), fapt ce confirmă că hibridarea influențează pozitiv calitatea carcaselor. Astfel de diferențe s-au înregistrat și în cazul măsurărilor în regiunea spinării, cu valori de 13,9 și, respectiv, 8,1 mm ($B \geq 0,999$).

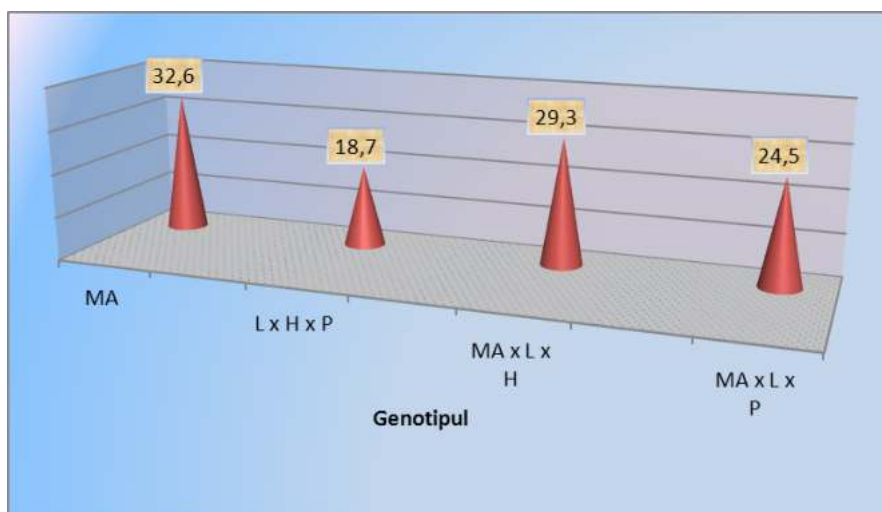


Figura 1. Grosimea stratului de slănină la spinare în funcție de genotipul suinelor, mm

Aici stratul de slănină a fost mai subțire în lotul II – 18,7 mm, atunci când pentru obținerea hibrizilor s-au folosit numai rase specializate în producția de carne, cum ar fi Landrace, Hampshire și Pietrain. În regiunea pieptului, stratul de slănină a variat în loturile experimentale între 15,4 și 20,8 mm. Diferențele între loturile II, III și I (martor) au constituit 11,1 și 5,7 mm ($B \geq 0,999$, $B \geq 0,99$).

Cantitatea de carne din carcasă este influențată de gradul de dezvoltare a jambonului, a mușchiului lungul dorsal și mușchiulețului (tab. 3).

Tabelul 3. Greutatea jambonului, mușchiului lungul dorsal și mușchiulețului

Lotul	Genotipul	n	Greutatea, kg		
			jambonului	mușchiului lungul dorsal	mușchiulețului
I (martor)	MA	6	9,20±0,68	1,55±0,06	0,348±0,08
II	L×H×P	6	12,31±0,41	2,49±0,11	0,666±0,06
III	MA×L×H	6	10,52±0,52	1,96±0,16	0,440±0,09
IV	MA×L×P	6	11,24±0,65	2,31 ±0,22	0,580±0,12

Genotipul animalelor influențează gradul de dezvoltare a principalilor mușchi din carcasă și a jambonului, a cărui greutate a constituit 10,52-12,31 kg în loturile II, III și IV. Diferențele dintre aceste loturi comparativ cu lotul I au fost nesemnificative, constituind – 1,32 kg în lotul III, 2,04 kg în lotul IV, 3,11 kg în lotul II ($B \geq 0,95$). Greutatea mușchiului lungul dorsal în aceste loturi a fost de 1,96-2,49 kg, iar diferențele comparativ cu lotul martor au atins limitele de 0,41-0,94 kg.

Mușchiulețul s-a manifestat prin valori care diferă în funcție de genotipul animalelor. Greutatea mușchiulețului a variat în loturile II-IV de la 0,440 la 0,666 kg, fiind în creștere față de lotul martor cu 0,092 kg–0,318 kg, rezultate care au evidențiat diferențele dintre genotipuri ($B \geq 0,95$).

Cantitatea de carne de calitate formată în carcasă depinde în mare măsură de dezvoltarea jamboanelor apreciate după lungime și perimetru (tab. 4).

Rezultatele obținute în urma măsurărilor dimensionale demonstrează că jamboanele cu o lungime mai mare, variind între 42,4-45,15 cm, au fost realizate de hibrizii loturilor experimentale. Cele mai bune date s-au obținut în lotul II de tineret suin, unde lungimea jamboanelor s-a egalat cu 45,15 cm, fiind cu 5,13 cm ($B \geq 0,999$) mai mare decât în lotul martor. Carcasele din lotul IV s-au caracterizat printr-o lungime a jamboanelor semnificativ mai mare – cu 4,10 cm ($B \geq 0,999$). Constatăm faptul că în aceste loturi jamboanele au fost mai globuloase și, în consecință, perimetrul lor a atins cifra de 83-85 cm,

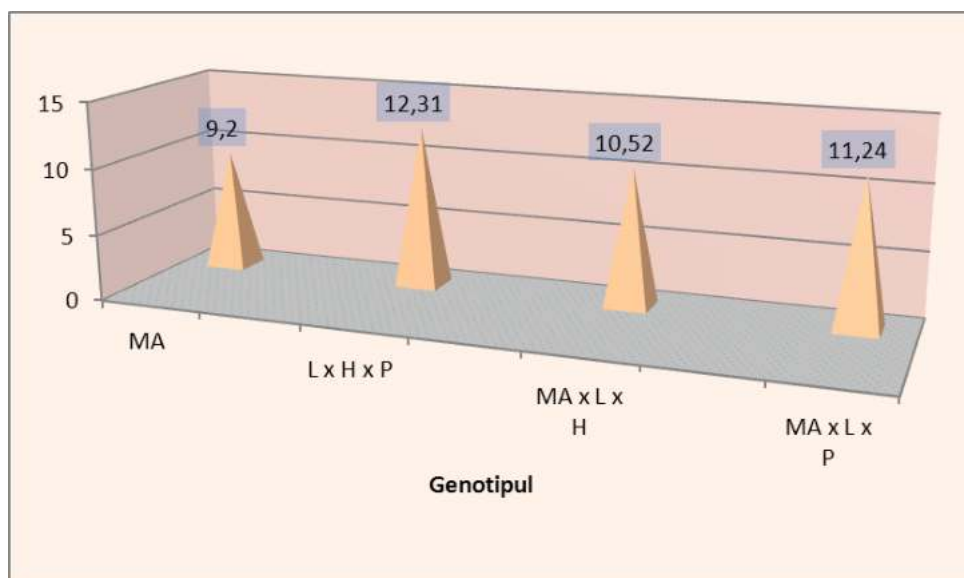


Figura 2. Greutatea jambonului la hibrizii de suine, kg

Tabelul 4. Dezvoltarea jamboanelor și grosimea slăninii pe linia inferioară a carcaselor

Lotul	Genotipul	Lungimea jambonului, cm	Perimetrul jambonului, cm	Grosimea slăninii pe linia inferioară, mm	
				abdomen	Flanc
I (martor)	MA	40,02±0,38	78,16±0,17	27,36±0,36	29,42±1,05
II	L×H×P	45,15±0,77	85,24±0,56	20,11±0,81	24,81±0,39
III	MA×L×H	42,4±0,85	83,18±0,64	23,58±0,95	27,15±0,58
IV	MA×L×P	44,12±0,37	84,42±0,77	21,23±0,40	25,66±0,96

iar diferența față de lotul I s-a egalat cu 7,08 cm (lotul II) ($B \geq 0,999$) și 6,26 cm (lotul IV) ($B \geq 0,999$). Cantitatea de grăsime din carcase depinde și de stratul de slănină format pe linia inferioară, mai ales în regiunea abdomenului și a flancului.

Datele prezentate în tabelul 4 relevă că stratul de slănină în aceste regiuni a depășit cifra de 20 mm în toate loturile, însă hibrizii din lotul II au format un strat de slănină în regiunea abdomenului cu 7,25 mm ($B \geq 0,999$) mai subțire comparativ cu lotul martor. La flanc, această diferență s-a egalat cu 4,61 mm ($B \geq 0,999$), iar în lotul IV – cu 3,76 mm ($B \geq 0,999$).

Cantitatea și calitatea producției de carne obținută de la suine influențează în mod direct securitatea alimentară a populației. Fiind o sursă decisivă în prepararea diferitor produse de calitate, carnea de porc continuă să ocupe o poziție de frunte între alte tipuri de carne, atât în țara noastră, cât și în alte țări ale lumii.

În astfel de condiții competitivitatea devine sarcina principală în dezvoltarea creșterii suinelor, iar productivitatea animalelor va depinde de capacitatea fermierilor de a produce carne cu calități gustative și tehnologice superioare, care sunt solicitate de procesator și consumator. Un rol important îl are folosirea hibrizilor de suine care pot realiza performanțe productive de valoare cu o eficiență maximă. În acest context important este eficientizarea producerii hibrizilor în baza determinării capacității combinate a raselor moderne de porcine distanțate genetic, care sunt utilizate actualmente în Republica Moldova.

Rezultatele studiului și ale calculului eficienței diferitor combinații de rase sunt prezentate în tabelul 5.

Rezultatele prezentate în tabel relevă că cantitatea de carne macră de calitate superioară obținută de la suinele sacrificate depinde de genotipul animalelor, precum și de capacitatea combinativă a raselor care au format hibridul comercial final. În lotul II, unde pentru obținerea hibrizilor s-au utilizat rase specializate în producția de carne (Landrace×Hampshire×Pietrain), masa musculară a fost cu 4,37 mai mare comparativ cu lotul I, iar venitul din realizarea producției – cu 371,4 lei mai mare. Rezultate bune s-au obținut și în lotul IV (Marele Alb×Landrace×Pietrain), unde venitul a fost cu 257,5 lei mai mare decât în lotul I. Calculele eficienței rezultatelor obținute confirmă influența genotipului la obținerea și realizarea unei producții de calitate superioară, dar și importanța modului de selectare a raselor parentale pentru reproducerea hibrizilor de carne.

Tabelul 5. Eficiența combinărilor diferitor rase de suine pentru producerea

Specificare	Loturile						
	I	II	± față de I lot	III	± față de I lot	IV	± față de I lot
	MA×MA	L×H×P		MA×L×H		MA×L×P	
Numărul de animale	5	5	-	5	-	5	-
Masa jambonului, kg	9,2	12,31	3,110	10,52	1,320	11,24	2,04
Masa mușchiului lungul dorsal, kg	1,55	2,49	0,940	1,96	0,410	2,31	0,76
Masa mușchiulețului, kg	0,348	0,666	0,318	0,440	0,092	0,580	0,23
Total carne macră de calitate superioară, kg	11,1	15,47	4,370	12,92	1,820	14,13	3,03
Costul unui kg de producție, lei	85	85	-	85	-	85	-
Venitul total din realizarea producției pe cap animal	943,5	1314,9	371,450	1098,2	154,7	1201,05	257,55

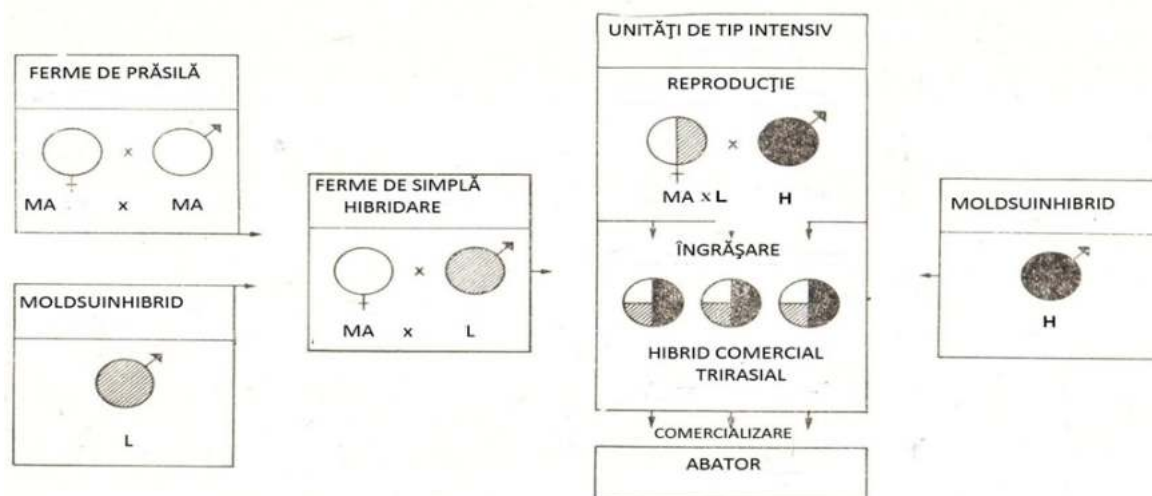


Figura 3. Sistemul de producere a hibrizilor de carne pentru procesare

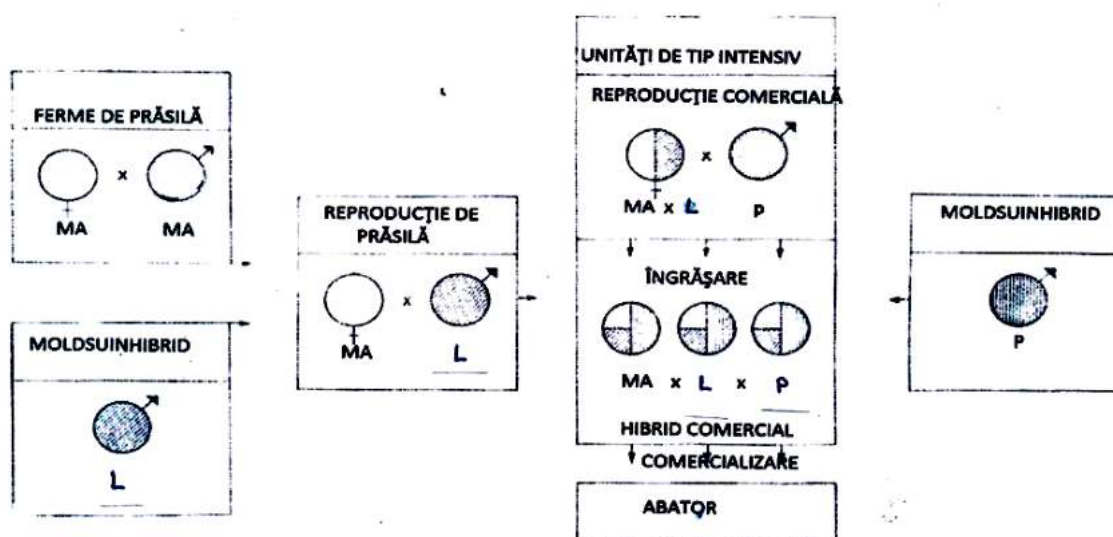


Figura 4. Sistemul de producere a hibrizilor de carne cu jamboane bine dezvoltate

CONCLUZII

1. Structura morfologică a carcaselor depinde, în mare măsură, de lungimea și lărgimea lor pe exterior și interior. Carcase cu o lungime mai mare s-au obținut în loturile III și IV, cu diferențe față de lotul I de 2,25 și, respectiv, 2,14 cm ($B \geq 0,95$). Lărgimea carcaselor în loturile unde vierul terminal a fost de rasă Pietrain a fost mai mică cu 2,87–3,67 cm față de lotul I ($B \geq 0,95$).

2. Grosimea stratului de slănină în regiunea vertebrelor 6-7 toracale a fost mai mică în loturile II și IV, cu 10,0 și, respectiv, cu 11,4 mm ($B \geq 0,99$) față de lotul martor. În regiunea spinării diferențele s-au egalat cu 13,9 și 8,7 mm ($B \geq 0,999$). Aceasta confirmă faptul că hibridarea influențează pozitiv calitatea carcaselor și contribuie la sporirea cantității de carne de calitate superioară.

3. Capacitatea de combinare a raselor influențează gradul de dezvoltare a principalilor mușchi din carcasă și a jambonului. Greutatea mușchiului lungul dorsal în loturile II și IV a fost cu 0,94 kg și, respectiv, 0,76 kg mai mare ($B \geq 0,95$) comparativ cu lotul I. Greutatea mușchiulețului s-a manifestat prin valori care diferă în funcție de genotipul animalelor.

4. Jamboane cu o lungime mai mare au realizat lhibrizii loturilor experimentale. În lotul II acest indicator a fost mai mare cu 5,13 cm ($B \geq 0,99$) comparativ cu lotul I, iar în lotul IV – cu 4,10 cm mai mare. Jamboanele în aceste loturi au fost mai globuloase și, în rezultat, perimetrul lor a fost cu 7,08 și 6,16 cm mai mare comparativ cu lotul I ($B \geq 0,999$).

5. Rezultatele obținute permit constatarea faptului că obținerea unei cantități de carne de calitate superioară în loturile II și IV a influențat venitul obținut pe cap de animal sacrificat, care s-a dovedit a fi cu 371,4-257,5 lei mai ridicat comparativ cu lotul I, unde la îngrășare s-a folosit tineretul suin de rasa Marele Alb.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AHLSCHEDE, William T., ROBISON, O. W., SCHINDCEL, Allen P. (2005). Crossbreeding Systems for Commercial Pork Production. Pork industry handbook CD-ROM.
2. BUCĂȚARU, N. (1993). Genetică. Chișinău: Universitas. 301 p. ISBN 5-362-01016-6.
3. CAMPBELL, R. (2010). The modern pork industry. In: Australian pork newspaper, vol. 14.
4. ROTARU, I. (2013). Creșterea și producția de carne la suine. Chișinău. 245 p. ISBN 978-9975-56-093-1.
5. ROTARU, I., HAREA, V., SECRIERU, S. (2014). Recomandări privind sporirea producției de carne prin utilizarea rațională a metodelor de hibridare în suinicultură. Chișinău. 46 p.
6. WOOD, J.D., NUTE, G.R., RICHARDSON, R.I. et al. (2004). Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs carcass quality. In: Meat Science, vol 67(4), pp. 651-667. DOI 10.1016/j.meatsci.2004.01.007

Data prezentării articolului: 22.04.2017

Data acceptării articolului: 23.05.2017

ÓÄË 636.424.082.12

ВНУТРИПОРОДНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВИНЕЙ КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМОРФИЗМА МИКРОСАТЕЛЛИТОВ ДНК

Сергей ЛУГОВОЙ, Сергей КРАМАРЕНКО, Вадим ЛИХАЧ
Николаевский национальный аграрный университет, г. Николаев, Украина

Abstract. The genetic diversity and structure of four populations of Large White breed pigs grown in various breeding farms in Ukraine, using 12 microsatellite DNA loci (*SW24*, *S0155*, *SW72*, *SW951*, *S0386*, *S0355*, *SW240*, *SW857*, *SW0101*, *SW936*, *SW911* and *S0228*) were studied. When analyzing intra- and inter-group variability, 158 alleles of the 12 analyzed loci were identified. The total number (*Na*) and effective number (*Ae*) of alleles varied from 6.25 (*Na*) and 3.40 (*Ae*) to 10.25 (*Na*) and 5.63 (*Ae*) alleles per locus. The Hardy-Weinberg equilibrium test (HWE) showed that all of the polymorphic loci deviated from HWE ($p < 0.05$) in at least one population. The Analysis of Molecular Variance (AMOVA) showed that 12.2% of the total genotypic variation was due to differences between populations. Wright's fixation index (*Fst*) per locus varied from 0.037 (*SW72*) to 0.581 (*SW911*), with a mean value of 0.148 ± 0.049 . The mean *Fis* and *Fit* values for all loci were 0.163 ± 0.026 and 0.287 ± 0.047 , respectively. The positive *Fis* value for all loci in the studied populations probably reflects the division of the general population in subpopulations due to the inbreeding accumulated in small groups of individuals.

Key words: Pigs; Large White breed; Intra-breed variability; Genetic diversity; DNA microsatellites.

Реферат. В работе приведены результаты анализа генетического разнообразия и структуры четырех популяций свиней крупной белой породы, разводимых в различных племенных хозяйствах Украины, с использованием 12 локусов микросателлитов ДНК (*SW24*, *S0155*, *SW72*, *SW951*, *S0386*, *S0355*, *SW240*, *SW857*, *SW0101*, *SW936*, *SW911* и *S0228*). При анализе внутри- и межгрупповой изменчивости было идентифицировано 158 аллелей 12 использованных локусов. Абсолютное число аллелей (*Na*) и эффективное число аллелей (*Ae*) варьировало от 6,25 (*Na*) и 3,40 (*Ae*) до 10,25 (*Na*) и 5,63 (*Ae*) аллелей на locus. Результаты проверки на равновесие Харди-Вайнберга свидетельствуют о том, что для всех полиморфных локусов имеет место отклонение от равновесного состояния ($p < 0,05$) минимум в одной из популяций. Результаты анализа молекулярной варiances (AMOVA) показывают, что 12,2% общей генотипической изменчивости определяется различиями между популяциями. Коэффициент фиксации Райта (*Fst*) для различных локусов варьировал от 0,037 (*SW72*) до 0,581 (*SW911*), со средним значением $0,148 \pm 0,049$. Средние оценки *Fis* и *Fit* для всех использованных локусов составляют $0,163 \pm 0,026$ и $0,287 \pm 0,047$, соответственно. Положительное значение *Fis* для всех локусов в исследованных популяциях, вероятно, отражает подразделенность общей популяции на субпопуляции вследствие повышения инбредности в малочисленных группах особей.

Ключевые слова: Свиньи; Крупная белая порода; Внутрипородная изменчивость; Генетическое разнообразие; Микросателлиты ДНК.

ВВЕДЕНИЕ

Для изучения динамики популяционно-генетических процессов в популяциях домашних животных могут использоваться преимущества методов молекулярно-генетического анализа. В странах ЕС уже действует программа PiGMa, координирующая проект по оценке генетического разнообразия европейских пород и линий свиней. Основным инструментом в работах европейских исследователей являются высокополиморфные генетические маркеры – микросателлиты ДНК (МС-ДНК). В геноме свиней насчитывается около 65000-100000 микросателлитных локусов. В пилотном исследовании программы PiGMa используется 27 микросателлитных локусов, расположенных на всех хромосомах (Nidup, K., Moran, C. 2011)

Используя панель МС-ДНК, рекомендованную ISAG, уже изучены особенности формирования генетической структуры различных пород свиней Украины, в том числе, и локальных (Топиха, В.С. и др. 2010; Луговой, С.И. 2013; Trasov, A. et al. 2016). Однако предварительные исследования показывают, что характер селекционной работы в разных хозяйствах может приводить к формированию специфических аллельных паттернов (Луговой, С.И. 2013а; Луговой, С.И. 2013б). Особый интерес представляет изучение пород, широко распространенных не только в Украине, но и в мире, например, свиней крупной белой породы.

Таким образом, основной целью настоящей работы стал анализ особенностей формирования

внутрипородной генетической изменчивости свиней крупной белой породы, разводимых в разных хозяйствах Украины, с помощью локусов МС-ДНК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для исследования были использованы данные генетического полиморфизма 12 локусов МС-ДНК (*SW24*, *S0155*, *SW72*, *SW951*, *S0386*, *S0355*, *SW240*, *SW857*, *SW0101*, *SW936*, *SW911* и *S0228*) свиней крупной белой породы из четырех хозяйств, которые находятся в Николаевской (СХЧП «Техмет-Юг», $n = 72$; ТМЮ), Запорожской (ПАО «Племзавод «Степной», $n = 50$; ПС), Херсонской (ООО «Таврийские свиньи», $n = 51$; ТС) и Черниговской (ООО «Агрикор-Холдинг», $n = 33$; АХ) областях Украины. Были использованы животные обоих полов.

Материалом для выделения ДНК были образцы ткани (ушные выщипы) свиней. Все лабораторные исследования проводили в условиях лаборатории молекулярной генетики и цитогенетики животных Центра биотехнологии и молекулярной диагностики Всероссийского научно-исследовательского института животноводства им. Л.К.Эрнста Россельхозакадемии. Выделение ДНК проводили с помощью колонок фирмы Nexttec и с использованием набора реагентов D1Atom™ DNA Prep100. Анализ ДНК и постановку ПЦР осуществляли, используя методики ВНИИЖ им. Л.К.Эрнста (Зиновьева, Н.А. и др. 1998).

Мультиплексный анализ 12 локусов микросателлитов проводили на генетическом анализаторе ABI Prism 3130x1. Обработку данных капиллярного электрофореза проводили путем перевода длин фрагментов в числовое выражение на основании сравнения их подвижности со стандартом ДНК.

Весь статистический анализ проведен на основании общепринятых методик (Вейр, Б. 1995) с использованием программы GenA1Ex (Peakall, R., Smouse, P. 2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для проанализированных свиней крупной белой породы число аллелей для локусов МС-ДНК варьировало в достаточно широких пределах – от 4 до 16 аллелей на локус. Наибольшее число аллелей было отмечено для локусов *SW936* (16 аллелей, хозяйство ПС), *SW240* (14 аллелей, хозяйство АХ; 13 аллелей, хозяйство ПС), *SW0355* (13 аллелей, хозяйство ТМЮ), *S0101* (13 аллелей, хозяйство ТМЮ). Всего было зарегистрировано 158 аллелей (т.е., в среднем – 13,2 аллеля на один локус МС-ДНК).

Самый низкий уровень генетического разнообразия (четыре аллеля на локус) зарегистрирован для локусов *S0155* и *S0386* (хозяйство ТС), а также *S0155* (хозяйство АХ).

В среднем, уровень аллельного разнообразия был наивысшим у свиней крупной белой породы, разводимых в СХЧП «Техмет-Юг» и ПАО «Степной» (10,25 и 9,50 аллелей на локус), тогда как в двух других хозяйствах было отмечено на 3-4 аллеля (в среднем на локус) меньше (табл. 1).

Таблица 1. Показатели генетической изменчивости свиней крупной белой породы из разных хозяйств по 12 локусам МС-ДНК

Хозяйство	<i>Na</i>	<i>Ae</i>	<i>Ho</i>	<i>He</i>	<i>Fis</i>
ООО «Таврийские свиньи» ($n = 51$)	6,25±0,41	3,40±0,18	0,681±0,022	0,696±0,017	0,021±0,023
ПАО «Племзавод «Степной» ($n = 50$)	9,50±0,80	4,92±0,40	0,626±0,025	0,783±0,016	0,198±0,032
СХЧП «Техмет-Юг» ($n = 72$)	10,25±1,14	5,63±0,73	0,611±0,052	0,793±0,022	0,217±0,080
ООО «Агрикор-Холдинг» ($n = 33$)	7,25±0,64	3,15±0,23	0,621±0,043	0,663±0,026	0,079±0,044

Примечание. *Na* – число аллелей; *Ae* – эффективное число аллелей; *Ho*, *He* – фактическая и ожидаемая гетерозиготность; *Fis* – индекс фиксации.

Показатель эффективного числа аллелей в целом отражает аналогичную закономерность, с учетом того, что его выборочные оценки оказываются практически вдвое ниже, чем абсолютное число аллелей.

Показатель наблюдаемой гетерозиготности варьировал от 0,190 (локус *S0228*, хозяйство АХ) до 0,966 (локус *SW857*, хозяйство АХ). В среднем для всех локусов, наиболее высокая гетерозиготность отмечается для свиней из ООО «Таврийские свиньи» ($Ho = 0,681 \pm 0,022$), хотя и в остальных хозяйствах полученные оценки оказываются несущественно ниже (0,611-0,626).

Показатели ожидаемой гетерозиготности в подавляющем большинстве случаев (в 38 из 45) оказались выше, чем наблюдаемой, что может свидетельствовать об определенном уровне инбредованности исследованных животных. Об этом свидетельствуют и позитивные оценки индекса фиксации, отмеченные для свиней крупной белой породы в четырех хозяйствах. Однако достоверные оценки индекса фиксации отмечаются только для животных, разводимых в СХЧП «Техмет-Юг» ($F_{is} = 0,217 \pm 0,080$) и ПАО «Племзавод «Степной» ($F_{is} = 0,198 \pm 0,032$) (табл. 1).

Существенные отклонения распределения генотипов МС-ДНК от равновесия Харди-Вайнберга отмечаются для локусов *S0355*, *S0101* и *S0228*. Для этих локусов достоверные отклонения были зарегистрированы у животных из всех исследованных хозяйств (табл. 2).

Если рассматривать в разрезе хозяйств, то наибольшее число случаев отклонения от равновесного состояния было отмечено у свиней крупной белой породы, разводимых в ПАО «Племзавод «Степной» (в 10 случаях из 12), СХЧП «Техмет-Юг» (в девяти случаях) и ООО «Агрикор-Холдинг» (в восьми случаях).

Для свиней, разводимых в ООО «Таврийские свиньи», большая часть использованных в анализе локусов МС-ДНК, находятся в состоянии генотипического равновесия.

Таблица 2. Результаты проверки состояния генетического равновесия в популяциях свиней крупной белой породы из разных хозяйств по 12 локусам МС-ДНК

Локус	Хозяйство			
	ООО «Таврийские свиньи»	ПАО «Племзавод «Степной»	СХЧП «Техмет-Юг»	ООО «Агрикор-Холдинг»
<i>SW24</i>	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	моно
<i>S0155</i>	<i>ns</i>	*	***	<i>ns</i>
<i>SW72</i>	<i>ns</i>	***	***	***
<i>SW951</i>	<i>ns</i>	***	***	**
<i>S0386</i>	<i>ns</i>	***	***	***
<i>S0355</i>	***	*	***	*
<i>SW240</i>	<i>ns</i>	***	***	*
<i>SW857</i>	<i>ns</i>	***	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>S0101</i>	*	***	***	***
<i>SW936</i>	<i>ns</i>	***	***	***
<i>SW911</i>	*	моно	<i>ns</i>	моно
<i>S0228</i>	<i>ns</i>	***	***	***

Примечание. моно – локус мономорфный; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$; *ns* – $p > 0,05$.

Характерно, что для свиней из СХЧП «Техмет-Юг» и ПАО «Племзавод «Степной» отмечается значительное число уникальных (т.н., «приватных») аллелей, т.е., аллелей, которые зарегистрированы только у животных из данного хозяйства – 23 и 17 аллелей, соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Список «приватных» аллелей (в п.н.) 12 локусов МС-ДНК у свиней крупной белой породы из разных хозяйств

Локус	Хозяйство			
	ООО «Таврийские свиньи»	ПАО «Племзавод «Степной»	СХЧП «Техмет-Юг»	ООО «Агрикор-Холдинг»
<i>SW24</i>	111, 115, 125	-	103, 117, 121	-
<i>S0155</i>	-	154, 156, 164	150, 152, 168	-
<i>SW72</i>	-	121	99, 119, 125, 133	95
<i>SW951</i>	-	-	98, 106	-
<i>S0386</i>	-	186, 188	-	-
<i>S0355</i>	-	241, 269, 275	239, 255, 263	-
<i>SW240</i>	-	-	115	85, 87
<i>SW857</i>	-	-	-	-
<i>S0101</i>	-	185, 189, 191, 197, 205	201	-
<i>SW936</i>	-	87	115	79, 81
<i>SW911</i>	157, 161, 167, 177	-	165, 181	-
<i>S0228</i>	-	246, 268	250, 252, 274	240
В целом	7	17	23	6

В целом, можно говорить о том, что наиболее типичными для породы в целом (т.е., встречались во всех хозяйствах) оказываются аллели, отмеченные для локусов *SW857*, *SW951*, *S0386*, *SW240* и *SW936*. С другой стороны, наиболее специфичными для отдельных хозяйств оказываются аллели, отмеченные для локусов *S0101* и *SW72* – практически $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ их аллельного разнообразия было зарегистрировано в одном из исследованных хозяйств (ПАО «Племзавод «Степной» и СХЧП «Техмет-Юг», соответственно).

Наличие специфичных («приватных») аллелей приводит к тому, что повышается разнообразие аллельных профилей как среди животных одного хозяйства, так и для породы в целом. Следствием чего является высокая степень подобию в отношении мультилокусных генотипов для 12 использованных в анализе МС-ДНК среди животных, которые разводятся в хозяйствах ООО «Таврийские свиньи» и ООО «Агрикор-Холдинг» (100% и 84,8% особей по результатам Assignment-теста было отнесено к своей собственной популяции, соответственно).

Тогда как для свиней крупной белой породы, что содержатся в ПАО «Племзавод «Степной» и СХЧП «Техмет-Юг», как и следовало ожидать, данный показатель не превышает 60% (табл. 4).

Таблица 4. Результаты Assignment-теста для свиней крупной белой породы из разных хозяйств на основании мультилокусных генотипов для 12 локусов МС-ДНК

Хозяйство	Отнесено к:	
	собственной популяции	чужой популяции
ООО «Таврийские свиньи»	51 / 100,0%	0 / 0,0%
ПАО «Племзавод «Степной»	30 / 60,0%	20 / 40,0%
СХЧП «Техмет-Юг»	44 / 61,1%	28 / 38,9%
ООО «Агрикор-Холдинг»	28 / 84,8%	5 / 15,2%
В целом	153 / 74,3%	53 / 25,7%

Результаты анализа молекулярной вариации (AMOVA) свидетельствуют о том, что 12,2% ($p < 0,001$) общей генетической изменчивости, отмеченной среди исследованных животных, определяется принадлежностью их к хозяйству (т.е., характером селекционной работы в них) (табл. 5).

Таблица 5. Результаты анализа молекулярной вариации (AMOVA) для свиней крупной белой породы из разных хозяйств для 12 локусов МС-ДНК

Источник изменчивости	SS	df	MS	E(MS)	F-статистики	p
Между популяциями	196,787	3	65,596	0,599	$F_{st} = 0,122$	$< 0,001$
Между особями	1096,696	202	5,429	1,136	$F_{is} = 0,265$	$< 0,001$
В пределах особей	650,500	206	3,158	3,158	$F_{it} = 0,355$	$< 0,001$
Суммарная	1943,983	411		4,892		

Рассматривая в разрезе отдельных локусов МС-ДНК, можно отметить, что наибольший вклад во внутрипородную дифференциацию свиней крупной белой породы вносят локусы *SW911* ($F_{st} = 0,581$), *SW24* ($F_{st} = 0,392$), *S0155* ($F_{st} = 0,169$) и *S0386* ($F_{st} = 0,164$). Для остальных локусов, оценки генетической дифференциации были относительно низки (табл. 6).

Таблица 6. Показатели генетической дифференциации (F-статистики) и потока генов (Nm) между свиньями крупной белой породы из разных хозяйств для 12 локусов МС-ДНК

Локус	F_{is}	F_{st}	F_{it}	Nm
<i>SW24</i>	0,142	0,392	0,478	0,39
<i>S0155</i>	0,097	0,169	0,250	1,23
<i>SW72</i>	0,153	0,037	0,185	6,45
<i>SW951</i>	0,114	0,052	0,160	4,52
<i>S0386</i>	0,168	0,164	0,305	1,27
<i>S0355</i>	0,159	0,084	0,230	2,74
<i>SW240</i>	0,280	0,062	0,325	3,76
<i>SW857</i>	0,060	0,057	0,114	4,15
<i>S0101</i>	0,022	0,041	0,063	5,79
<i>SW936</i>	0,269	0,078	0,326	2,96
<i>SW911</i>	0,163	0,581	0,649	0,18
<i>S0228</i>	0,325	0,053	0,361	4,46
В целом	0,163 ± 0,026	0,148 ± 0,049	0,287 ± 0,047	3,16 ± 0,60

С другой стороны отмечается очень низкий уровень гетерозиготности (на уровне отдельных хозяйств) в отношении таких локусов МС-ДНК, как *S0228*, *SW240* и *SW936*.

Поток генов (*Nm*) между отдельными популяциями в среднем составлял 3,16 голов на одно поколение, т.е., свидетельствовал о достаточно интенсивных процессах обмена животными (прежде всего, используемыми в качестве производителей) между отдельными хозяйствами Украины, специализирующимися на разведении свиней крупной белой породы.

Таким образом, вовлечение в анализ большого числа популяций позволяет получить более полную характеристику механизмов формирования генетического полиморфизма свиней крупной белой породы с помощью микросателлитов ДНК и оценку состояния степени родства между ними, как было уже ранее показано в исследовании Н. Зиновьевой и др. (2012).

ВЫВОДЫ

На основе полиморфизма 12 локусов МС-ДНК отмечается высокий уровень генетического разнообразия свиней крупной белой породы, которые содержатся в различных племенных хозяйствах Украины.

В целом для породы идентифицировано 158 аллелей (в среднем 13,2 аллеля на локус). При этом, наиболее типичными для породы в целом (т.е., встречались во всех хозяйствах) оказываются аллели, отмеченные для локусов *SW857*, *SW951*, *S0386*, *SW240* и *SW936*. С другой стороны, наиболее специфичными для отдельных хозяйств оказываются аллели, отмеченные для локусов *S0101* и *SW72* – практически $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ их аллельного разнообразия было зарегистрировано в одном из исследованных хозяйств (ПАО «Племзавод «Степной» и СХЧП «Техмет-Юг», соответственно).

Результаты анализа молекулярной варiances (АМОВА) свидетельствуют о том, что 12,2% ($p < 0,001$) общей генетической изменчивости, отмеченной среди исследованных животных, определяется принадлежностью их к хозяйству (т.е., селекционной работой в них).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВЕЙР, Б. (1995). Анализ генетических данных: Дискретные генетические признаки. Москва. 400 с. ISBN 5-03-002795-5.
2. ЗИНОВЬЕВА, Н.А. и др. (1998). Методические рекомендации по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве. Дубровицы. 47 с.
3. ЗИНОВЬЕВА, Н.А. и др. (2012). Оценка вклада различных популяций в генетическое разнообразие свиней корня крупной белой породы. В: Сельскохозяйственная биология, № 6, с. 35-42. ISSN 0131-6397.
4. ЛУГОВИЙ, С.І. (2013а). Оцінка внутрішньопородної мінливості української м'ясної породи свиней за локусами мікросателітів ДНК. В: Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Серія: Сільськогосподарські науки, вип. 2 (72), с. 109-114. ISSN 2306-7799.
5. ЛУГОВИЙ, С.І. (2013б). Оцінка внутрішньопородної мінливості свиней породи дюрк за локусами мікросателітів ДНК. В: Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету, вип. № 1 (35), т. 2, с. 105-113. ISSN 2310-9262.
6. ЛУГОВОЙ, С.И. (2013). Характеристика генофонда мясных пород свиней украинского происхождения по локусам микросателлитов ДНК. В: Вестник Казанского ГАУ, вып. 2 (28), с. 126-129. ISSN 2073-0462.
7. ТОПИХА, В.С., ЛУГОВОЙ, С.И., КРАМАРЕНКО, С.С. (2010). Анализ генетического разнообразия свиней крупной белой породы на основе мультилокусных генотипов микросателлитов. В: Вісник аграрної науки Причорномор'я, вип. 1 (52), т. 2, с. 3-11. ISSN 2313-092X
8. NIDUP, K., MORAN, C. (2011). Genetic diversity of domestic pigs as revealed by microsatellites: a mini-review. In: Genomics and Quantitative Genetics, vol. 2, pp. 5-18. ISSN 2157-9903.
9. PEAKALL, R., SMOUSE, P. (2006). GENAIEX 6: genetic analysis in Excel: Population genetic software for teaching and research. In: Molecular Ecology Notes, a 6, pp. 288-295. ISSN 1755-0998.
10. TRASPOV, R. et al. (2016). Population structure and genome characterization of local pig breeds in Russia, Belorussia, Kazakhstan and Ukraine. In: Genetics Selection Evolution, vol. 48, nr 16, pp. 1-9. ISSN 1297-9686.

Data prezentării articolului: 21.02.2017

Data acceptării articolului: 15.03.2017

УДК 636.237.21.082.13

ПАРНОЕ РАЗЛИЧИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ЛАКТОПРОТЕИНАМ

Татьяна ЛУПОЛОВА¹, Валентина ПЕТКУ²,
Елена ГУМИНСКАЯ¹, Анастасия МАКАРОВА¹

¹Мозырский государственный педагогический университет
имени И.П. Шамякина, Республика Беларусь

²Государственный аграрный университет Молдовы

Abstract. The work is aimed at studying the genetic polymorphism of the milk protein loci in Holstein and Black Pied breeds and determining the genetic distance and similarity of these breeds. A total of 371 milk samples were collected from cows from two breeding farms. The population allele pool for the lactoproteins $\alpha S1-CN$, $\beta-CN$, $\kappa-CN$, $\beta-LG$ was determined. Polymorphism was revealed in all loci. The most expressive one was the locus $\alpha S1-CN$. Three alleles (A, B, C) were found in the population of Holstein breed and 4 alleles (A, B, C, D) in the population of Black Pied breed. The locus $\beta-CN$ had two allelic variants: $\beta-CN^A$ and $\beta-CN^B$, the locus $\beta-CN^A$ recording a higher frequency in both populations. The locus $\kappa-CN$ had two alleles (A and B), the allele A recording a higher occurrence in the population of Holstein breed. The value of genetic similarity between the studied populations was of 0,7714.

Key words: Cows; Holstein breed; Black Pied breed; Genotype; Genetic polymorphism; Genetic distance; Lactoproteins.

Реферат. Целью работы является исследование генетического полиморфизма локусов белков молока коров голштинской и черно-пестрой пород и определение генетического расстояния и сходства этих пород. Для исследований была отобрана 371 проба молока от коров из двух племенных ферм. Определён аллелофонд популяций по лактопротеинам $\alpha S1-CN$, $\beta-CN$, $\kappa-CN$, $\beta-LG$. Во всех локусах был выявлен полиморфизм. Более выраженным оказался локус $\alpha S1-CN$. В популяции голштинской породы коров было обнаружено 3 аллеля (A, B, C), в популяции черно-пестрой породы – 4 аллеля (A, B, C, D). Локус $\beta-CN$ имел два аллельных варианта $\beta-CN^A$ и $\beta-CN^B$, с наибольшей частотой для $\beta-CN^A$ в обеих популяциях. В локусе $\kappa-CN$ было выявлено 2 аллеля (A и B) с наибольшей встречаемостью аллеля A в популяции голштинской породы. Значение генетического сходства между исследуемыми популяциями составило 0,7714.

Ключевые слова: Коровы; Голштинская порода; Черно-пестрая порода; Генотип; Генетический полиморфизм; Генетическое расстояние; Лактопротеины.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из главных задач зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства – повышение молочной продуктивности коров и улучшение качественных показателей молока. Решить эту задачу предусматривается, прежде всего, за счет эффективного использования генетических ресурсов животных с применением новейших методов популяционной генетики – маркерной селекции, ДНК-технологий. В европейских странах с развитым молочным скотоводством, в США и Канаде

ДНК-технологии (выявление выгодных генотипов с помощью ПЦР) широко используют в селекционной практике (Ярлыков, Н.Г. 2010; Сулимова, Г.Е. 2006). Широкие возможности перед животноводством в Республике Беларусь открываются в связи с внедрением передовых методов ДНК-технологий. Это поиск генетических маркеров, отвечающих за определенные показатели продуктивности.

Работа лаборатории ДНК-технологий в институте животноводства, созданной при поддержке Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, в 2005 г. позволила интенсифицировать пороодообразовательный процесс в стране. Если раньше на выведение новых пород затрачивалось 20-25 лет, то с использованием новых методов требуется 10-15. Дальнейшее увеличение производства продукции животноводства, повышение ее качества и снижение себестоимости возможно только при наличии высокопродуктивных пород, типов, линий, семейств и кроссов сельскохозяйственных животных (Шейко, И.П. 2008).

Количественная оценка отличия сравниваемых форм по их аллельному составу важна для теоретических исследований в области теории эволюции, сохранения биоразнообразия в природных условиях, а также для селекции. Например, для объективного подбора скрещиваемых

родительских пород по степени их генетического несходства. В последние десятилетия были предложены новые параметры, характеризующие степень дивергенции – парного различия генетической структуры сравниваемых форм. Ряд показателей ориентирован на экспериментальные данные об их генетическом полиморфизме по одинаковому набору локусов, которые могут быть получены, например, методом электрофореза в геле (Жученко, А.А. 2006).

Целью работы является исследование полиморфных систем белка молока и определение генетического расстояния между популяциями коров голштинской и черно-пестрой пород.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы молока ($n=180$) для исследований были взяты на племенной ферме ООО «Доксанком» ХО АТО Гагаузии, Комратского р-на, с. Томай (голландская порода, вывезенные из Голландии.), и на племенной ферме ($n=191$) НПО «Селекция» г. Бельцы (черно-пестрая порода). Опыты проводились на базе лаборатории факультета «Зоотехнии и Биотехнологий» Государственного Аграрного Университета Молдовы. Полиморфные системы белка молока определяли электрофоретическим методом (по Смитису). Метод электрофореза позволяет определить генотипические частоты, которые затем легко можно пересчитать в частоты аллелей (Айала, Ф. 1988).

Генетическое сходство (I) и расстояние (D) между двумя популяциями определяли по формуле Неема, М. 1988:

$$I_k = \frac{\sum a_i b_i}{\sum a_i^2 \sum b_i^2}$$

$$D = -1 \ln I$$

где: $\sum a_i b_i$ – сумма произведения частот аллелей первой и второй популяции;

$\sum a_i^2 \sum b_i^2$ – произведение суммы квадратов частот аллелей каждой популяции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Альфа-S1-казеин ($\beta S1-CN$) является основной фракцией казеина и представляет собой смесь двух белков – главного и минорного компонентов, имеющих одинаковую первичную структуру, но отличающихся степенью фосфорелирования. Он имеет пять генетических вариантов (А, В, С, D и Е), которые отличаются содержанием отдельных аминокислот и их расположением в полипептидной цепи (Дымар, О.В. 2007).

В популяции голштинской породы коров в локусе $\beta S1-CN$ были выявлены три аллеля А, В, С. Наибольшую частоту имел вариант $\beta S1-CN^B$ (0,911), наименьшую – 0,041 $\beta S1-CN^A$ (табл. 1).

В популяции черно-пестрой породы коров в изучаемом локусе были выявлены 4 аллеля, с наибольшей частотой встречаемости – 0,480 для варианта $\beta S1-CN^B$. Низкую встречаемость имел аллель С – 0,0209.

Выраженный полиморфизм в изученных популяциях объясняется абсорбционными скрещиваниями между двумя породами, генотипы которых распределились следующим образом (табл. 2):

Из данных, приведенных в таблице, видно, что голштинская порода состояла в основном из генотипа ВВ – 81,1%, тогда как черно-пестрая порода коров состояла почти одинаково наполовину (44,5 и 43,46%) из генотипов ВВ и DD соответственно. Генетически разнообразней оказалась черно-пестрая популяция коров – 10 генотипов, против трёх у голштинской.

Бета-казеин ($\beta-CN$) у коров голштинской породы характеризовался наличием двух аллелей А и В. Наибольшая частота – 0,891 установлена для аллельного варианта $\beta-CN^A$, и 0,102 у $\beta-CN^B$ (табл. 3).

В популяции коров черно-пестрой породы также обнаружено 2 аллеля, но наибольшая частота – 0,545 установлена для $\beta-CN^B$.

Таблица 1. Генетическая структура локуса $\beta S1-CN$ популяций коров голштинской и черно-пестрой породы

Аллельные варианты локуса $\alpha S1-CN$	Голштинская порода	Черно-пестрая порода
$\alpha S1-CN^A$	0,041	0,034
$\alpha S1-CN^B$	0,911	0,480
$\alpha S1-CN^C$	0,052	0,0209
$\alpha S1-CN^D$	–	0,462

Таблица 2. Частота генотипов в локусе $\beta SI-CN$, %

Генотипы	Голштинская порода (n= 180)	Черно-пестрая порода (n= 191)
AA	–	0,52
BB	81,11	44,50
CC	–	0,52
DD	–	43,46
AB	8,33	4,19
AC	–	0,52
AD	–	2,09
BC	10,56	0,52
BD	–	0,52
CD	–	3,14

Генотипы в данном локусе распределились на три варианта AA, BB, AB. У коров голштинской породы наибольшее количество особей образовали генотип AA (81,6%), особи с генотипом AB составили 15,5% и 2,7% – генотип BB. В популяции коров черно-пестрой породы наблюдалось одинаковое количество животных – 37,6% с генотипом BB и AB (табл. 4).

Таблица 4. Частота генотипов в локусе $\beta-CN$, %

Генотипы	Голштинская порода (n= 180)	Черно-пестрая порода (n= 191)
AA	81,6	24,6
BB	2,7	37,6
AB	15,5	37,6

Таблица 3. Генетическая структура локуса $\beta-CN$ популяций коров голштинской и черно-пестрой породы

Аллельные варианты локуса $\beta-CN$	Голштинская порода	Черно-пестрая порода
$\beta-CN^A$	0,891	0,429
$\beta-CN^B$	0,102	0,545

Таблица 5. Генетическая структура локуса $\kappa-CN$ популяций коров голштинской и черно-пестрой породы

Аллельные варианты локуса $\kappa-CN$	Голштинская порода	Черно-пестрая порода
$\kappa-CN^A$	0,819	0,458
$\kappa-CN^B$	0,180	0,489

Каппа-казеин ($\kappa-CN$) в отличие от альфа и бетаказеинов, содержит только один фосфосериновый остаток, поэтому практически не присоединяет ионы калия, то есть не теряет растворимость в их присутствии (Дымар, О.В. 2007).

В анализируемых популяциях в локусе $\kappa-CN$ было выявлено два аллеля А и В (табл. 5). В популяции голштинской породы коров наибольшую встречаемость имел аллель А – 0,819, частота аллеля В составила 0,180.

В популяции черно-пестрой породы коров частоты $\kappa-CN^A$ и $\kappa-CN^B$ приблизительно одинаковы – 0,458 и 0,489 соответственно.

Наличие аллелей А и В в локусе $\kappa-CN$ в исследуемых популяциях распределило особей на три генотипа AA, BB, AB (табл. 6).

Как видно, преимущественным в популяции голштинской породы оказался генотип AA – 74,4%, тогда как в популяции коров черно-пестрой породы такого преимущества не наблюдалось, количество особей со всеми генотипами было практически одинаковое.

Бета-лактоглобулины ($\beta-LG$) содержат 8 антипараллельных пептидных последовательностей на основе бета-складчатой структуры, которые формируют цилиндр. Такой «цилиндр» содержит внутри лиганд-связывающий участок (Хабибрахманова, Я.А. 2009).

В результате исследований, в локусе $\beta-LG$, так же, как и в локусах $\kappa-CN$ и $\nu-CN$ было выявлено два аллеля А и В (табл. 7).

В популяции коров голштинской породы в локусе $\nu-LG$ наибольшую частоту имел аллель А (0,769), наименьшую – аллель В (0,230).

В популяции черно-пестрой породы аллель А имел наименьшее значение частоты – 0,473, а аллель В – наибольшее (0,526). Наличие в локусе $\beta-LG$ аллелей А и В привело к образованию трех генотипов (табл. 8).

Анализируя данные, видно, что в популяции коров голштинской породы наибольшее

Таблица 6. Частота генотипов в локусе κ -CN, %

Генотипы	Голштинская порода (n= 180)	Черно-пестрая порода (n= 191)
AA	74,4	32,9
BB	10,5	35,6
AB	15,1	31,4

количество особей обладало генотипом AA (67,2%). Значительно меньшее значение получено для особей с генотипами AB и BB (19,4% и 13,3% соответственно).

Таблица 8. Частота генотипов в локусе β -LG, %

Генотипы	Голштинская порода (n= 180)	Черно-пестрая порода (n= 191)
AA	67,2	34,03
BB	13,3	39,2
AB	19,4	26,7

видообразования (Айала, Ф. 1988). Полученные нами данные электрофореза по лактопротеинам позволили оценить долю структурных генов, которые идентичны в обеих популяциях (I) и оценить среднее число замен аллелей в каждом локусе, произошедших за время раздельного разведения двух пород (табл. 9).

Таблица 9. Генетическая дифференциация между популяциями коров голштинской и черно-пестрой породы

Системы	Гены	Голштинская порода		Черно-пестрая порода		$a_i \cdot b_i$	I	D
		a_i	a_i^2	b_i	b_i^2			
α S ₁ Cn	A	0,041	0,0017	0,034	0,0011	0,001394	—	—
	B	0,911	0,8300	0,480	0,2304	0,43728	—	—
	C	0,052	0,0027	0,021	0,0004	0,001092	—	—
	D	—	—	0,462	0,2134	0	—	—
β Cn	A	0,891	0,7938	0,429	0,1840	0,382239	—	—
	B	0,102	0,0104	0,545	0,2970	0,05559	—	—
κ Cn	A	0,819	0,6707	0,458	0,2097	0,375102	—	—
	B	0,180	0,0324	0,489	0,2391	0,08802	—	—
β Lg	A	0,769	0,5913	0,473	0,2237	0,363737	—	—
	B	0,230	0,0529	0,526	0,2766	0,12098	—	—
Сумма: Σ	—	—	Σ 2,9859	—	Σ 1,8754	$\Sigma (a_i \cdot b_i)$ 1,825434	—	—
	—	—	—	—	—	—	0,7714	0,2595

Молдавский тип черно-пестрого крупного рогатого скота создан путем скрещивания местных коров симментальской и красной степной пород с быками чёрно-пестрой и голштинской пород (Baltat cu Negru Moldovenesc, Inventii, MD–BOPI, 2009). Генетическое сходство в наших исследованиях между этими популяциями составило $I=0,7714$, что в принципе указывает на их общность по лактопротеинам, однако, между ними обнаруживается генетическое изменение ($D=0,2595$) в силу репродуктивного изолирующего механизма, а именно, разведение популяции черно-пестрой породы коров «в себе».

ВЫВОДЫ

В результате исследования в молоке коров голштинской и черно-пестрой породы в условиях

Таблица 7. Генетическая структура локуса β -LG популяций коров голштинской и черно-пестрой породы

Аллельные варианты локуса β -LG	Голштинская порода	Черно-пестрая порода
β -LG ^A	0,769	0,473
β -LG ^B	0,230	0,526

Черно-пестрая порода характеризовалась наибольшим количеством особей с генотипом BB – 39,2%.

С помощью метода электрофореза проводятся сравнения популяций, пород, находящихся на разных уровнях эволюционной дивергенции, для многих различных организмов. Величины I и D используются в качестве меры генетической дифференциации популяций в процессе

генетического равновесия обнаружен полиморфизм $\beta SI-CN$, $\kappa-CN$, $\beta-CN$ и $\beta-LG$. Ярко выраженный полиморфизм обнаружен в локусе $\beta SI-CN$. У голштинской породы коров установлены 3 аллеля $\beta SI-C^A$, $\beta SI-CN^B$, $\beta SI-CN^C$, у черно-пестрой породы 4 аллеля $\beta SI-C^A$, $\beta SI-CN^B$, $\beta SI-CN^C$, $\beta SI-CN^D$. Несмотря на близкое родство этих популяций (общий предок – голштинские быки), между ними уже обнаруживается довольно значительная генетическая дифференциация $I=0,7714$, $D=0,2595$, т.е. в среднем в каждых 26 из 100 локусов произошли полные замены аллелей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АЙАЛА, Ф., КАЙГЕР, Дж. (1988). Современная генетика. Т. 3. Москва: Мир. 335 с.
2. ДЫМАР, О.В., ЧАЕВСКИЙ, С.И. (2007). Производство казеина: основы теории и практики. Минск: РУП Ин-т мясо-молочной пром-сти. 70 с. ISBN 978-985-90132-5-6.
3. ЖУЧЕНКО, А.А. (2006). Генетика. Москва: Колос. 480 с. ISBN 5-9532-0069-2.
4. СУЛИМОВА, Г.Е., ЗИНЧЕНКО, В. В. (2011). Анализ полиморфизма ДНК с использованием метода полимеразной цепной реакции]: методическое пособие к практикуму “ДНК-маркеры для генетической паспортизации и улучшения геномов животных хозяйственно ценных видов”. Москва : Цифровичок. ISBN 978-5-91587-041-2.
5. ХАБИБРАХМАНОВА, Я.А. (2009). Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.01. Москва. 123 с.
6. ШЕЙКО, И.П., ПОПКОВ, Н.А. (2008). Задачи селекционно-племенной работы по повышению генетического потенциала сельскохозяйственных животных. В: Белорусское сельское хозяйство, № 1 (69), с. 38-46.
7. ЯРЛЫКОВ, Н.Г. (2010). Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и сыропригодность молока коров ярославской породы: дис. ... канд. с-х наук: 06.02.07. Ярославль. 125 с.
8. SËITHIES, O. (1955). Zone electrophoresis in starch gels: group variations in the serum proteins of normal human adults. In: Biochemical Journal, vol. 61(4), pp. 629-641. ISSN 0264-6021.
9. SMIRNOV, E., FOCȘA, V., CONSTANDOGLO, Alexandra et al. Tip de taurine (Bos Taurus L.) Bălțat cu Negru Moldovenesc: brevet de invenție nr. 3923 (13). Institutul Științifico-Practic de Biotehnologie în Zootehnie și Medicină Veterinară. Nr. depozit A2008 0252. Data depozit 03.10.2008. Publicat 30.06.2009. In: BOPI, 2009, nr. 6, pp. 17-18.

Data prezentării articolului: 08.03.2017

Data acceptării articolului: 07.04.2017

УДК 636.52/.58.033.087.8

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ “ЭНТЕРО-АКТИВ” НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ МЯСА БРОЙЛЕРОВ

Юлия ПОДОЛЯН*Винницкий национальный аграрный университет, Украина*

Abstract. The experiment was conducted on 200 broiler chickens (Ross-308) with the purpose of evaluating the effect of the probiotic preparation “Entero-active” (containing lactic acid bacteria of the genus *Lactobacillus* and *Enterococcus*) on the mineral content of chicken muscles. The chickens were divided into 4 groups of 50 each. The control group used the main diet – complete feed. The experimental groups were fed with different doses of the probiotic feed additive for 42 days in addition to the main diet. It was established that supplementary feeding of broiler chickens with the probiotic “Entero-active” increases the retention of mineral elements of the feed. The use of the studied probiotic contributed to the increase of phosphorus content in the pectoral muscles by 4.7%, magnesium by 3.9% and iron by 46.5% compared with the control group. The mineral content in thigh muscles also increased: phosphorus by 4.7%, calcium by 4.1 times, iron by 70.5%, zinc by 5.4%, magnesium by 31.5% and copper by 4.2 times. Thus, the consumption of probiotic preparation by broiler chickens in various doses improves the mineral composition of carcass meat and contributes to obtaining safe food.

Key words: Broiler chickens; Probiotic; *Lactobacillus*; *Enterococcus*; Muscles; Mineral elements.

Реферат. Эксперимент проводили на 200 цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308» с целью изучения влияния пробиотической добавки «Энтеро-актив» (содержащей молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus* и *Enterococcus*) на минеральное содержание мышц цыплят. Цыплята были разделены на 4 группы по 50 в каждой. Контрольная группа использовала основной рацион – полнорационный комбикорм. Опытным группам дополнительно к основному рациону скармливали пробиотическую добавку в различных дозах в течении 42 суток. Установлено, что дополнительное скармливание пробиотика «Энтеро-актив» цыплятам-бройлерам повышает ретенцию минеральных элементов корма. Применение пробиотика способствовало повышению в грудных мышцах содержания фосфора на 4,7%, магния на 3,9% и железа на 46,5% по сравнению с контрольной группой. В бедренных мышцах уровень фосфора повысился на 4,7%, кальция в 4,1 раза, железа на 70,5%, цинка на 5,4%, магния на 31,5% и меди в 4,2 раза. Таким образом, потребление бройлерами препарата «Энтеро-актив» в различных дозах способствует улучшению минерального состава мяса тушек и получению безопасных продуктов питания.

Ключевые слова: Цыплята-бройлеры; Пробиотик; *Lactobacillus*; *Enterococcus*; Мышцы; Минеральные элементы.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение населения качественными продуктами питания - одна из наиболее актуальных проблем современности. Запрет на использование антибиотиков, как стимуляторов роста, на территории стран ЕС в области животноводства было принято в ответ на появление микроорганизмов, устойчивых к антибиотикам не только у животных, но и людей, которые употребляли различные продукты животноводства. Таким образом, на замену антибиотикам пришли фитобиотики, ферментные препараты, пробиотики и пребиотики, а также другие биологически активные добавки (Hryhorev, D. 2011; Chudak, R.A., Vozniuk, A.Y., Kutsak, A.S. 2014).

Исследования ученых и накопленный практический опыт доказали эффективность использования пробиотиков в птицеводстве. При скармливании пробиотических препаратов снижается процент заболеваний желудочно-кишечного тракта, увеличиваются сохранность и темпы прироста живой массы птицы. Не менее важны экологические аспекты использования пробиотиков: продукцию получают чистой от антимикробных средств (Kononenko, V.K., Ybatulllyn, Y.Y., Patrov, V.S. 2000; Saranye, A., Dvorskaia, B., 2009; Barrow, P.A. 1992).

В мясе птицы содержится большое количество питательных, биологически активных и минеральных веществ, соотношение которых относительно постоянное, чем и объясняется высокая питательность мяса птицы.

Важную роль в обмене веществ отводят минеральным элементам, поскольку органические вещества кормов лучше используются организмом животных при наличии достаточного количества как макро-, так и микроэлементов. Несбалансированность рационов по содержанию

минеральных веществ приводит к нарушению обмена у животных, а также снижение естественного иммунитета (Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrakhin, I.P. 2002).

Целью исследований было изучение влияния пробиотической добавки «Энтеро-актив» на минеральное содержание мышц цыплят-бройлеров.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыт проводили в условиях научно-исследовательской фермы Винницкого национального аграрного университета. Для этого по методу групп-аналогов отобрали 4 группы односуточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» по 50 голов в каждой соответственно с общепринятыми методиками (Kononenko, V.K., Ybatullyn, Y.Y., Patrov, V.S. 2000).

Исследования продолжались 42 суток. Опытную птицу содержали в групповых клетках одного яруса с соблюдением зоогигиенических требований. Контрольная группа использовала основной рацион (ОР) - полнорационные комбикорма. Опытным группам дополнительно к ОР скармливали пробиотическую добавку в различных дозах согласно схеме опыта (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных в группе, гол.	Продолжительность периода, суток	Особенности кормления		
			Возраст бройлеров, суток		
			1 - 10	11 - 28	29 - 42
1-контрольная	50	42	ОР (полнорационный комбикорм)		
2 –опытная	50	42	ОР+ 0,062% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,025% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,0125% «Энтеро-актива» к массе корма
3 –опытная	50	42	ОР+ 0,125% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,05% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,025% «Энтеро-актива» к массе корма
4 –опытная	50	42	ОР+ 0,25% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,1% «Энтеро-актива» к массе корма	ОР+0,05% «Энтеро-актива» к массе корма

Биометрическую обработку данных осуществляли на ПЭВМ с Н.А. Плохинским (Plokhynskiy, N.A. 1969). Результаты средних значений считали статистически достоверными при * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. Указанный пробиотический препарат содержит молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus* и *Enterococcus*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для того, чтобы изучить влияние пробиотической добавки на мясо бройлеров, проведено исследование содержания минеральных элементов в мясе подопытной птицы и ретенцию минеральных элементов (табл. 2).

Известно, что минеральные элементы играют важную роль в построении структурных частей и тканей организма. Баланс минеральных элементов составляют с целью обеспечения ими потребности животного. Поэтому, важным аспектом наших исследований было изучение ретенции минеральных элементов корма цыплят-бройлеров (рис. 1-3).

Установлено, что у птицы, которая дополнительно потребляла кормовую добавку с комбикормом, отмечено повышение ретенции Са во 2-й опытной группе на 22,0 ($P < 0,001$), 3-й на 22,2 ($P < 0,01$) и в 4-й на 23,5% ($P < 0,001$) по сравнению с контрольной группой.

Потребность в фосфоре для роста животных является суммой количества адсорбированного фосфора, аккумулированного в мягких тканях и количества фосфора, отложенного в костях. Возможную разницу увеличения абсорбции фосфора отмечено во 2-й и 3-й опытных группах на 6,9 и 6,0% ($P < 0,05$) соответственно.

Кроме того, пробиотик оказывает положительное влияние на содержание Mg в 3-й опытной группе на 9,0% ($P < 0,001$) и в 4-й на 12,2% ($P < 0,01$) больше, чем в контроле. Недостаток этого

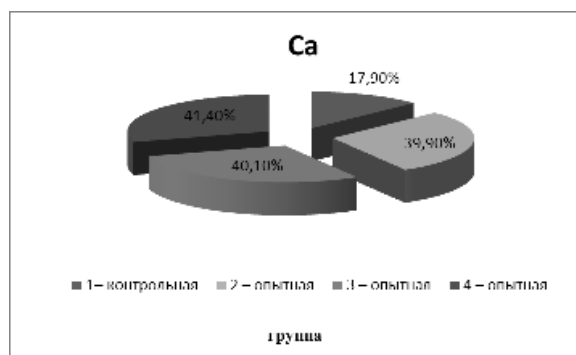


Рисунок 1. Ретенция кальция

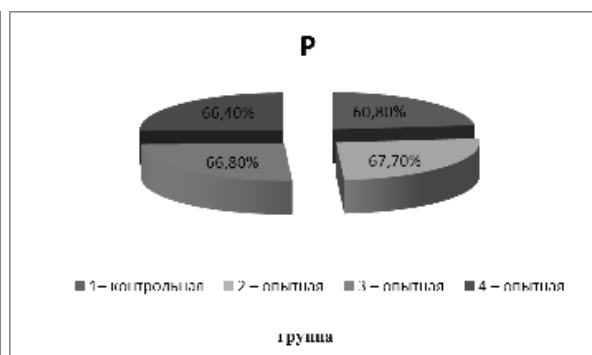


Рисунок 2. Ретенция фосфора

минерального элемента в рационе птицы приводит к повышению возбудимости нервной системы, атаксии и судом.

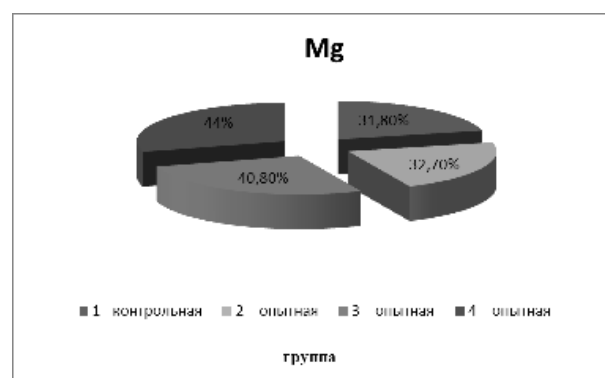


Рисунок 3. Ретенция магния

Установлено, что дополнительное использование пробиотика в комбикорме цыплят-бройлеров способствовало повышению содержания фосфора в белом мясе в 3-й группе на 2,3% ($P < 0,05$) и в 4-й на 4,7% ($P < 0,001$) по сравнению с контрольными аналогами (табл. 2).

Однако под действием добавки во 2-й, 3-й и 4-й группах отмечено уменьшение кальция по сравнению с контрольным показателем, соответственно, на 19,6 ($P < 0,001$), 12,2 ($P < 0,001$) и 4,9% ($P < 0,01$).

Содержание магния в грудных мышцах бройлеров, потреблявших кормовую добавку, достоверно увеличивается во 2-й группе на

3,9% ($P < 0,001$) и в 4-й на 0,9% ($P < 0,01$) по сравнению с контролем.

Интересен тот факт, что при использовании средней дозы пробиотической добавки повышается содержание железа в белом мясе на 46,5% ($P < 0,001$), в то же время, по минимальной и максимальной дозе этот показатель уменьшается относительно контрольного образца соответственно на 39,4% ($P < 0,001$) и 23,2% ($P < 0,001$).

Таблица 2. Минеральный состав грудных мышц цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 4$)

Минеральный элемент	Группа			
	1 – контрольная	2 – опытная	3 – опытная	4 – опытная
P, г/кг	$12,6 \pm 0,08$	$12,4 \pm 0,08$	$12,9 \pm 0,04^*$	$13,2 \pm 0,04^{***}$
Ca, г/кг	$0,41 \pm 0,003$	$0,33 \pm 0,006^{***}$	$0,36 \pm 0,001^{***}$	$0,39 \pm 0,003^{**}$
Mg, г/кг	$0,427 \pm 0,0002$	$0,444 \pm 0,0020^{***}$	$0,426 \pm 0,0016$	$0,431 \pm 0,0009^{**}$
Fe, мг/кг	$379,1 \pm 1,68$	$230,1 \pm 1,74^{***}$	$555,4 \pm 6,90^{***}$	$291,5 \pm 3,56^{***}$
Zn, мг/кг	$29,3 \pm 0,11$	$25,5 \pm 0,09^{***}$	$28,5 \pm 0,06^{***}$	$27,9 \pm 0,20^{**}$
Mn, мг/кг	$6,7 \pm 0,86$	$4,5 \pm 0,77$	$7,6 \pm 0,31$	$4,3 \pm 0,32^*$
Cu, мг/кг	$1,1 \pm 0,05$	$0,3 \pm 0,02^{***}$	$0,6 \pm 0,07^{**}$	$1,2 \pm 0,02$

Высокое содержание марганца в белом мясе обнаружено в третьей группе на 13,4%, хотя достоверной разницы с контролем не отмечено. В то же время в 4-й опытной группе отмечается меньшее содержание этого микроэлемента, чем в контрольном образце на 35,9% ($P < 0,05$).

Наряду с положительными изменениями минерального содержания белого мяса, использование пробиотической добавки приводит к уменьшению содержания меди в нем в 2-й и 3-й группе соответственно на 72,8 и 45,5% ($P < 0,001$ и $P < 0,001$) по сравнению с контрольной группой.

Необходимо заметить, что у птицы, которой скормливали пробиотик, происходит уменьшение содержания цинка в грудных мышцах во 2-й группе на 13,0% ($P < 0,001$) в 3-й на 2,8% ($P < 0,001$) и в 4-й на 4,8% ($P < 0,01$) по сравнению с контрольным показателем.

Исследование минерального содержания красного мяса подопытной птицы дало возможность установить, что использование пробиотика имело разное влияние на уровень макро- и микроэлементов в зависимости от доз препарата (табл. 3).

По результатам исследования выявлено, что наибольшее количество фосфора находилось в 4-й группе на 4,7% ($P < 0,01$), а наименьшее в 2-й на 14,3% ($P < 0,01$) и в 3 и на 11,5% ($P < 0,001$) по сравнению с контрольной группой.

Стоит отметить, что у цыплят-бройлеров под действием пробиотика происходит увеличение содержания кальция в бедренных мышцах во 2-й группе в 4,1 раза ($P < 0,001$), в 3-й на 21,3% ($P < 0,001$) и 4-й на 71,7% ($P < 0,001$) по сравнению с контрольными аналогами.

Таблица 3. Минеральный состав бедренных мышц цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 4$)

Минеральный элемент	Группа			
	1 – контрольная	2 – опытная	3 – опытная	4 – опытная
P, г/кг	10,5 $\pm$ 0,07	9,0 $\pm$ 0,28**	9,3 $\pm$ 0,08***	11,0 $\pm$ 0,10**
Ca, г/кг	0,244 $\pm$ 0,0027	1,011 $\pm$ 0,0050***	0,296 $\pm$ 0,0005***	0,419 $\pm$ 0,0032***
Mg, г/кг	0,363 $\pm$ 0,0011	0,351 $\pm$ 0,0015***	0,324 $\pm$ 0,0004***	0,360 $\pm$ 0,001*
Fe, мг/кг	492,0 $\pm$ 4,15	560,3 $\pm$ 4,73***	839,1 $\pm$ 8,39***	826,3 $\pm$ 6,36***
Zn, мг/кг	66,4 $\pm$ 0,41	65,6 $\pm$ 0,27	70,0 $\pm$ 0,06***	69,4 $\pm$ 0,08***
Mn, мг/кг	7,3 $\pm$ 1,34	6,1 $\pm$ 0,25	9,6 $\pm$ 0,54	8,6 $\pm$ 0,50
Cu, мг/кг	0,73 $\pm$ 0,01	3,1 $\pm$ 0,39***	0,94 $\pm$ 0,04**	2,1 $\pm$ 0,03***

Установлено, что пробиотическая добавка вызывает снижение уровня магния в красном мясе во второй, третьей и четвертой группах соответственно на 3,4 ($P < 0,001$), 10,8 ($P < 0,001$) и 0,9% ($P < 0,05$) по сравнению с первой группой.

Содержание железа в бедренных мышцах превышал контрольный показатель в опытных группах, которым скармливали пробиотик во 2-й группе на 13,8% ($P < 0,001$), в 3-й на 70,5% ($P < 0,001$) и в 4-й на 67,9% ($P < 0,001$).

Кроме того, положительное влияние оказала исследуемая добавка и на уровень цинка в красном мясе. Так, уровень указанного микроэлемента в третьей и четвертой группах соответственно на 5,4 и 4,5% ($P < 0,001$), был выше по сравнению с контрольным образцом.

Высокое количество марганца отмечено в 3-й группе на 31,5%, однако достоверной разницы с контрольной группой не выявлено.

Необходимо заметить, что за счет использования биологически активной добавки происходит повышение уровня меди в бедренных мышцах бройлеров 2-й группы в 4,2 раза ($P < 0,001$), в 3-й на 28,7% ($P < 0,01$) и в 4-й в 2,8 раза ($P < 0,001$) по сравнению с контрольным показателем. Увеличение содержания данного микроэлемента находятся в пределах физиологических норм.

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследований установлено, что у бройлеров, которым скармливали пробиотик «Энтеро-актив», усиливается абсорбция Ca, P, Mg, на 23,5, 6,9 та 12,2,% по сравнению с первой группой.
2. Дополнительное скармливание пробиотической добавки с комбикормом способствует повышению у грудных мышц цыплят-бройлеров содержания P, Mg, Fe, соответственно на 4,7, 3,9 и 46,5% по сравнению с контрольным образцом.
3. Установлено, что при использовании пробиотика в бедренных мышцах цыплят-бройлеров отмечается увеличение уровня P на 4,7%, Ca в 4,1 раза, Fe на 70,5%, Zn на 5,4%, Mg на 31,5% и Cu в 4,2 раза по сравнению с контролем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГРИГОРЬЄВ, Д. (2011). Використовуйте правильні пробіотики. В: Наше птахівництво, № 1, с. 41-42.
2. ДУДА, Л.А. (2010). Чи треба вашій птиці пробіотики? В: Наше птахівництво, № 5, с. 54-56.
3. КОНОНЕНКО, В.К., ІБАТУЛЛІН, І.І., ПАТРОВ, В.С. (2000). Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві. Київ, 2000. 96 с.
4. ЛЕВЧЕНКО В.І., ВЛІЗЛО В.В., КОНДРАХІН І.П. та ін. (2002). Ветеринарна клінічна біохімія. Біла Церква. 259 с. ISBN 966-7417-40-9.

5. ПЛОХИНСКИЙ, Н.А. (1969) Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос. 256 с.
6. КОЗЫРЬ, В.С., СВЕЖЕНЦОВ, А.И. и др. (2002). Практические методики исследований в животноводстве. Днепропетровск: Арт-Пресс. 353 с. ISBN 966-7985-27-X.
7. САРАНИС, А., ДВОРСЬКА, Б. (2009). Де у бройлера двигун? В: Наше птахівництво, № 6, с. 36-37.
8. ЧУДАК, Р.А., ВОЗНЮК, О.І., КУЦАК, А.С. (2014). Вплив ферментного препарату на живу масу та забійні якості перепілок. В: Nauka dzisaj. Oferty: zibor raportow naukowych. Szczecin, с. 54-56.
9. BARROW, P.A. (1992). Probiotics for chickens. In: FULLER, R., ed. Probiotics. The Scientific Basis. London: Chapman and Hall, pp. 225-257.

Data prezentării articolului: 18.03.2016

Data acceptării articolului: 27.04.2016

УДК 636.5.034

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ЯЙЦЕНОСКОСТИ КУР НОВОГО ГИБРИДА КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА ПРОДУКТИВНОСТИ

Светлана ПАНЬКОВА¹, Олег КАТЕРИНИЧ¹,
Ольга ЗАХАРЧЕНКО¹, Игорь ИОНОВ²

¹Государственная опытная станция птицеводства НААН Украины

²Харьковский национальный педагогический университет им. Г.С. Сковороды

Abstract. The scientists of State Poultry Research Station, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, using the national gene pool of chickens, created a dual purpose hybrid producing both high quality meat and eggs. The purpose of this study was to present a detailed analysis of egg production in the new hybrid compared with the original forms. Egg production and its intensity in the hybrid and purebred hens have been evaluated by periods (weekly, monthly, at 40 and 52 weeks of life). As a result, the components of egg production (age of onset of laying and its peak, the rate of increase, average daily growth and relative growth) and egg production indices (intensity, uniformity, strength, stability) were calculated. Substantially all of the studied parameters indicated the advantage of hybrids over the original forms. Earlier attainment of puberty (by 2.2 weeks), a more intensive increase of egg production (by 3,3-4,2%), the enhancement of its average intensity (by 4,6-9,8%) allowed to obtain from the hybrid hens by 10-22 eggs more than from the original forms per one year of life. The high correlation between the stability index and total egg production of the hybrids (0.81) shows a significant productive potential level of these hens.

Key words: Hens; Hybrids; Egg production components; Laying performance.

Реферат. Учеными Государственной опытной станции птицеводства Национальной академии аграрных наук с использованием отечественного генофонда кур создан гибрид двойного назначения, для получения мяса и яиц высокого качества. Цель данного исследования состояла в детальном анализе яйценоскости нового гибрида в сравнительном аспекте с исходными формами. У гибридных и чистопородных кур оценили яйценоскость и ее интенсивность по периодам (еженедельно, ежемесячно, за 40 и 52 недели жизни). В результате были рассчитаны компоненты яйценоскости (возраст начала яйцекладки и ее пика, темп наращивания, среднесуточный и относительный прирост) и индексы формирования (интенсивность, равномерность, напряженность, устойчивость). Практически по всем изученным параметрам установлено преимущество гибрида над исходными формами. Более раннее достижение половой зрелости (на 2,2 недели), более интенсивное наращивание яйценоскости (на 3,3-4,2%), повышение ее средней интенсивности (на 4,6-9,8%) позволили получить от гибридных несушек за год жизни на 10-22 яйца больше, чем у исходных форм. Высокая корреляция индекса устойчивости с общей яйценоскостью у гибрида (0,81) свидетельствует о значительном уровне раскрытия продуктивного потенциала этой птицы.

Ключевые слова: Куры; Гибриды; Компоненты яйценоскости; Яичная продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в мировом птицеводстве (и в Украине) увеличивается доля производства товарной продукции (яиц и мяса разных видов сельскохозяйственной птицы) за счет развития мелких и средних по объему фермерских и приусадебных хозяйств населения.

В дальнейшем эта тенденция сохранится (Ионов, I.A. и др. 2012). При этом, для населения более предпочтительным является разведение местных пород и популяций, которые хорошо адаптированы к климатическим условиям, нетребовательны к условиям внешней среды, неприхотливы к кормам и устойчивы к заболеваниям (Padhi, M.K. 2016).

Наибольшим спросом у населения Украины пользуются мясо-яичные куры, удачно сочетающие в себе достаточную для домашнего хозяйства яйценоскость и массу яиц, но при этом имеющие хорошие мясные качества при высокой жизнеспособности (Хвостик, В.П. и др. 2013). Исходя из этого, в Государственной опытной станции птицеводства НААН с использованием отечественного генофонда кур (самцов заводской линии Г2 мясо-яичной породы Плимутрок белый и самок линии 14 яично-мясной породы Полтавская глинистая) создан универсальный гибрид, который в условиях выгульного содержания позволяет получать мясную и яичную продукцию высокого качества.

В наших предыдущих публикациях показана универсальность использования гибрида и

представлена экономическая эффективность откорма петушков на мясо (Панькова, С.М. и др. 2015).

Целью данной работы является изучение параметров интенсивности формирования яичной продуктивности кур нового межпородного гибридного сочетания в сравнительном аспекте с исходными формами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на экспериментальной ферме “Сохранение государственного генофонда птицы” Государственной опытной станции птицеводства НААН Украины. В возрасте 17 недель были сформированы три группы птицы: одна опытная (гибридное сочетание Г2Ч14) и две контрольные (отцовская форма Г2 и материнская форма 14). Гибридные и чистопородные курочки были посажены для испытания по яичной продуктивности. Кормление кур осуществляли полнорационными комбикормами. Параметры микроклимата, фронт кормления и поения, режим освещения, плотность посадки птицы всех групп были одинаковыми и соответствовали нормативам.

На протяжении всего испытания в каждой группе ежедневно учитывали количество снесенных яиц, в результате чего оценили яйценоскость, ее интенсивность по периодам (еженедельно, ежемесячно, за 40 недель жизни и 52 недели). По результатам этой оценки рассчитаны следующие параметры: темп наращивания интенсивности яйценоскости от начала до пика, среднесуточный и относительный прирост яйценоскости за первые три месяца продуктивного периода, индекс устойчивости яйценоскости (Остапенко. В.И. 2013) и ряд индексов, характеризующих интенсивность ее формирования, равномерность и напряженность (Патрева, Л.С. 2005).

Для установления ассоциативной связи между расчетными параметрами и фактически полученными показателями яйценоскости кур за весь период использования рассчитаны коэффициенты корреляции между ними.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Новое гибридное сочетание кур (рис. 1) получено при межпородном скрещивании самцов заводской линии Г2 мясо-яичной породы Плимутрок белый (отцовская форма, рис. 2) с самками линии 14 аборигенной породы яично-мясного направления Полтавская глинистая (материнская форма, рис. 3).



Рисунок 1. Гибридные куры с разной окраской оперения

Гибридную и чистопородную птицу оценили по показателям яичной продуктивности – скороспелости (возраст снесения первого яйца и достижения пика яйцекладки), яйценоскости и ее компонентам. Результаты оценки приведены в таблице 1.

Нашими исследованиями установлено преимущество гибридной птицы над исходными формами практически по всем изученным признакам яичной продуктивности. При сравнении показателей скороспелости и яйценоскости у гибрида отмечено высокодостоверное преимущество над отцовской формой: возраст снесения первого яйца – на 10,7 % ($P > 0,999$),



Рисунок 2. Куры заводской линии Г2 мясо-яичной породы Плимутрок белый



Рисунок 3. Куры линии 14 яично-мясной породы Полтавская глинистая

Таблица 1. Компоненты яичной продуктивности гибридной и чистопородной птицы

Показатели	Форма, линия		
	отцовская (Г2)	материнская (14)	гибрид (Г2×14)
Количество голов	133	144	85
Возраст снесения первого яйца, недель	22,8±0,10	20,8±0,16	20,6±0,26 ^{a1}
Пик интенсивности яйцекладки, %	79,0±2,44	79,2±2,15	86,9±1,74 ^{a1,a2}
Возраст достижения пика яйцекладки, недель	27,9±0,22	26,6±0,32	25,7±0,22 ^{a1}
Темп наращивания яйценоскости, % в неделю	15,5±1,12	16,4±0,98	19,7±1,47 ^{a1}
Средняя интенсивность за 52 недели жизни, %	51,9±1,79	57,1±1,65	61,7±1,97 ^{a1}
Яйценоскость, шт.: за 40 недель жизни	74,3±2,44	85,2±2,27	91,1±2,77 ^{a1}
за 52 недели жизни	115,8±3,98	127,3±3,68	137,6±4,38 ^{a1}
Индекс устойчивости яйценоскости, %	77,6±1,03	76,9±1,02	77,2±1,85

Примечания: a1, b1, v1 - достоверно при сравнении гибрида с отцовской формой: a1 - $P>0,95$; b1 - $P>0,99$; v1 - $P>0,999$; a2 - достоверно при сравнении гибрида с материнской формой: a2 - $P>0,95$.

возраст достижения пика яйцекладки – на 8,6 % ($P>0,999$), яйценоскость за 40 недель жизни – на 18,4 % ($P>0,99$), за 52 недели – на 15,8 % ($P>0,99$).

Среди компонентов яйценоскости изучали темп наращивания интенсивности, величину пика яйцекладки и индекс устойчивости яйценоскости. Как показывают данные табл. 1, величина пика интенсивности яйцекладки у гибридов составила 86,9 % и была выше на 7,7-7,9 %, чем у исходных форм ($P>0,95$). При этом у гибридной птицы установлен более интенсивный рост яйценоскости от начала яйцекладки до достижения пика. Темп наращивания яйценоскости у гибрида составил 19,7 % в неделю, в то время как у отцовской формы он был на 4,2 % меньше ($P>0,95$), у материнской – на 3,3 %. Такие показатели способствовали более раннему возрасту выхода на пик, как показано выше, а также повышению средней интенсивности яйценоскости на протяжении всего эксперимента (32 недели продуктивного периода). При этом преимущество над контролем составляло 4,6–9,8 %.

Индекс устойчивости яйценоскости, характеризующий потенциальные возможности птицы при оценке ее яичной продуктивности, во всех группах был практически на одном уровне – 76,9–77,6 %. Таким образом, и гибридная, и чистопородная птица почти не отличались между собой по уровню реализации потенциала яйценоскости.

Параметры формирования яйценоскости кур всех групп представлены в таблице 2. Как показывают наши исследования, по всем изученным показателям гибридная птица превосходила исходные формы, особенно отцовскую линию, при сравнении с которой разница была достоверной. Исключением является лишь индекс равномерности роста яйценоскости, который, напротив, максимальным был у кур отцовской формы - 36,3 % при 33,2–33,7 % у материнской формы и гибрида.

Показатели среднесуточного увеличения яйценоскости не достоверно отличались между экспериментальными группами. У птицы исходных форм они были только на 0,02-0,03 шт. ниже, чем у гибрида.

По индексу напряженности роста гибридные куры существенно превосходили обе формы на 3,8–4,8 % ($P>0,999$).

Таблица 2. Параметры формирования яйценоскости кур исследованных групп

Параметры яйценоскости		Форма, линия		
		отцовская (Г2)	материнская (14)	гибрид (Г2×14)
Интенсивность формирования	Δt	0,59±0,02	0,68±0,02	0,76±0,04 ^{в1}
Среднесуточный прирост, шт.	СП	0,57±0,02	0,56±0,02	0,59±0,02
Относительный прирост, %	ВП	139,9±2,72	151,8±1,87	152,6±3,31 ^{в1}
Индекс равномерности, %	IP	36,3±1,45 ^{в1}	33,2±1,07	33,7±1,45
Индекс напряженности, %	ИН	23,8±1,03	24,8±0,85	28,6±0,32 ^{в1 в2}

Примечания: **в1** – достоверно при сравнении гибрида с отцовской формой: **в1** – $P>0,999$; **в2** – достоверно при сравнении гибрида с материнской формой: **в2** – $P>0,999$.

Также у гибрида отмечена максимальная интенсивность формирования яйценоскости за первые три месяца продуктивного периода ($\Delta t = 0,76$). У птицы исходных форм этот показатель был несколько ниже, соответственно 0,59 и 0,68. При этом нами отмечено закономерность – высокому значению параметра Δt соответствует низкая яйценоскость, что подтверждается отрицательным коэффициентом корреляции (табл. 3). Наибольшую силу эта связь проявляет у гибрида ($r = -0,56$), наименьшую – у отцовской формы ($r = -0,07$). То же самое касается и относительного прироста яйценоскости, который также во всех группах птицы негативно коррелирует с общей яйценоскостью ($r = -0,14 \dots -0,26$). Такая зависимость и в первом, и во втором случае свидетельствует о том, что при высоких темпах наращивания за первые три месяца в дальнейшем яйцекладка проявляет тенденцию к быстрому спаду.

Таблица 3. Коррелятивные связи яйценоскости с ее компонентами и параметрами ее формирования у кур исследованных групп

Параметры яйценоскости		Форма, линия		
		отцовская (Г2)	материнская (14)	гибрид (Г2×14)
Компоненты яйценоскости				
Возраст снесения первого яйца		0,37	-0,30	-0,43
Пик интенсивности яйцекладки		0,76	0,82	0,68
Возраст достижения пика		0,10	-0,42	0,05
Темп наращивания яйценоскости		0,63	0,43	-0,14
Средняя интенсивность		1,00	1,00	1,00
Индекс устойчивости		0,46	0,51	0,81
Индексы интенсивности формирования яйценоскости				
Интенсивность формирования	Δt	-0,07	-0,16	-0,56
Среднесуточный прирост	СП	0,91	0,90	0,78
Относительный прирост	ВП	-0,26	-0,14	-0,23
Индекс равномерности	IP	0,80	0,83	0,71
Индекс напряженности	ИН	0,78	0,64	0,26

Другие параметры формирования яйценоскости у всех групп птицы также проявляют тесную положительную связь, особенно среднесуточный прирост за первые три месяца продуктивного периода ($r=0,81-0,94$) и индекс равномерности роста ($r=0,71-0,83$). При этом, коэффициент корреляции индекса устойчивости с яйценоскостью за весь продуктивный период у гибрида значительно выше, чем у исходных форм ($r=0,81$ против $r=0,46-0,51$). Это свидетельствует о достаточно высоком уровне раскрытия продуктивного потенциала опытной птицы.

Что касается компонентов яйценоскости, то вполне логичны высокие положительные корреляции средней интенсивности и ее пика с общим количеством снесенных яиц во всех группах птицы. В то же время показатели скороспелости (возраст снесения первого яйца и достижения пика яйцекладки) у разных групп имеют различное направление взаимосвязи с

яйценоскостью. Так, у кур материнской формы и гибридов возраст снесения первого яйца отрицательно коррелирует с яйценоскостью ($r=-0,30...-0,43$), у кур же отцовской формы, наоборот, отмечена положительная коррелятивная зависимость между этими показателями ($r=0,37$). В первом случае более раннее достижение птицей половой зрелости способствует получению от птицы большего количества яиц, тогда как куры отцовской формы характеризуются более поздним созревaniem, что не имеет негативного влияния на общую продуктивность. Возраст достижения пика яйцекладки у несушек мясо-яичного направления практически не проявляет связи с общей яйценоскостью ($r=0,05-0,10$), а у материнской формы зависимость между этими показателями отрицательная ($r = -0,42$), то есть у яично-мясных кур высокая продуктивность является следствием раннего выхода на пик интенсивности.

Наши исследования также показали, что темп наращивания интенсивности у исходных форм демонстрирует прямую зависимость с яйценоскостью за весь период опыта ($r=0,43-0,63$). В то же время у гибрида установлено незначительную отрицательную корреляцию между этими показателями ($r=-0,14$), что свидетельствует об отсутствии тесной связи между ними в этой группе птицы.

ВЫВОДЫ

Практически по всем изученным признакам яичной продуктивности установлено преимущество гибридной птицы над исходными формами, особенно над отцовской. Возраст снесения первого яйца и возраст достижения пика яйцекладки (показатели скороспелости) у гибрида наступили раньше на 2,2 недели ($P>0,999$), средняя интенсивность яйценоскости в течение продуктивного периода была выше на 4,6-9,8 % ($P>0,999$), ее пик – почти на 8 % ($P>0,95$), темп наращивания интенсивности до пика – на 3,3-4,2 % ($P>0,95$). В результате от гибридных несушек за год жизни было получено почти на 22 яйца больше, по сравнению с отцовской формой ($P>0,999$) и на 10 яиц – по сравнению с материнской.

При этом и формирование яйценоскости у гибридных кур происходило более интенсивно, о чем свидетельствуют изученные параметры - среднесуточный и относительный прирост, индекс напряженности роста и интенсивность формирования яйценоскости, по которым также отмечено их преимущество перед исходными формами. Установленные коррелятивные связи изученных компонентов яйценоскости и параметров ее формирования с общей яичной продуктивностью у гибридной птицы указывают на то, что при интенсивном наращивании яйценоскости в первые три месяца продуктивного периода у нее в дальнейшем наблюдается тенденция к быстрому спаду. При этом коэффициент корреляции индекса устойчивости с яйценоскостью за весь продуктивный период у гибрида значительно выше, чем у исходных форм ($r = 0,81$ против $r = 0,46-0,51$), что свидетельствует о достаточно высоком уровне раскрытия продуктивного потенциала этой птицы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ИОНОВ, І.А., ТЕРЕЩЕНКО, О.В., КАТЕРИНИЧ, О.О. (2012). Перспективна програма „Розвиток галузі птахівництва до 2020 р.”. В: Ефективне птахівництво, № 10, с. 12-21.
2. ОСТАПЕНКО, В.І. (2013). Удосконалення методів оцінки кривих несучості птиці різних видів. В: Вісник Сумського НАУ. Серія Тваринництво. № 7, с. 101-104. ISSN 2518-1246.
3. ПАНЬКОВА, С.М., КАТЕРИНИЧ, О.О., ЗАХАРЧЕНКО, О.П., ФЕСЕНКО, Н.А. (2015). Новий вітчизняний м'ясо-яєчний гібрид для присадибного та органічного виробництва (економічна ефективність вирощування півників). В: Сучасне птахівництво, № 05, с. 21-24. ISSN 2309-6659.
4. ПАТРСВА, Л.С. (2005). Удосконалення методів оцінки лінійної диференціації птиці м'ясних кросів. В: Розведення і генетика тварин. Інститут розведення і генетики тварин НААН, Вип. 38, с. 289-294.
5. ХВОСТИК, В.П., ЗАХАРЧЕНКО, О.П., ЛЮТИЙ, Ю.С., ПЕЧЕНІЖСЬКА, Т.Б., ФЕСЕНКО, Н.А. Господарсько корисні ознаки курей вітчизняного генофонду. В: Птахівництво, Інститут тваринництва НААН. 2013, вип. 70, с. 30-34.
6. PADHI, M. K. (2016). Importance of indigenous breeds of chicken for rural economy and their improvements for higher production performance. In: Scientifica (Cairo), vol. 2016, pp. 1-9. ISSN 2090-908X.

Data prezentării articolului: 14.03.2017

Data acceptării articolului: 17.04.2017

CZU 619:616.98:578.822.2-085.371:636.7

ENHANCED RESPONSES IN ANTIGEN PRIMED DOGS AFTER THE ADMINISTRATION OF A COMPLEX MICROBIAL IMMUNOSTIMULATING COMPOUND

Florinel BRUDASCA, Carmen Dana SANDRU, Constantin CERBU, Aurel VASIU, Marina SPINU

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca, Romania

Abstract. The research aimed to investigate the efficacy of antiparvoviral monovalent vaccine for puppies treated with a complex poly-bacterial compound. The experiment was carried out on 17 Labrador Retriever puppies, from 41 to 63 days of age. The two groups (experimental and control) were subjected to: a) a poly-bacterial preparation and antiparvoviral vaccine (n = 12) and b) to antiparvoviral vaccine (n = 5), respectively. One ml of a poly-bacterial preparation was administered on days 0, 2, 4, 6, while the antiparvoviral vaccine Duramune KF11 was injected on day 8 of the experiment. Phagocytic activity and total lysozyme concentrations were measured on days 0, 8 and 22 of the experiment. The global immunostimulating effects of the poly-bacterial preparation on the innate immune system of vaccinated puppies increased when compared to those of the control variant.

Key words: Puppies; Vaccine; Poly-bacterial preparation; Immune indicators; Phagocytosis; Lysozyme.

INTRODUCTION

Immune modulating products enhance the immune responses to antigen priming as well as the protective capacity of the organism against diseases and stress in both farmed and companion animal species. The most proficient vaccines fail to induce immunity against microbes in case of an immunologically weak host. Immunostimulating compounds not only increase the immune response, but also facilitate the interaction of the immune effectors in expressing an appropriate reaction (Roitt, I. 1991; Sigal, L.H., Ron, Y. 1994; Stites, P.D., Terr, A.I. 1991).

The canine parvovirus infection is one of the most important diseases in puppies brought up in kennels, sometimes in spite of the previous vaccinations of the mother or the involved individuals. Optimizing the immunization protocols represents an aim in order to eradicate the disease and maintain healthy the kennel's sanitary status.

The investigations were carried out to establish the possible positive influence of using a poly-bacterial immunostimulating compound on the results of antiparvoviral vaccination, by monitoring humoral and cell-mediated innate immune functions.

MATERIALS AND METHODS

The poly-bacterial preparation tested in this experiment, commercialized for its immune modulating capacity, consisted of a mixture of 13 Gram-positive and Gram-negative suspended rods and cocci, inactivated by heat, partially lysed by bile (1%), diluted in saline (0.875%). The standard concentration of this mixture was of 48 million inactivated germs/ml of the product. The active composition consisted of: *Staphylococcus aureus* 6 million/ml, *Streptococcus pyogenes* 3 million/ml, *Streptococcus viridans* 3 million/ml, *Streptococcus faecalis* 11 million/ml, *Streptococcus pneumoniae* 6 million/ml, *Escherichia coli* 10 million/ml, *Klebsiella pneumoniae* 6 million/ml, *Neisseria catarrhalis* 3 million/ml, preserver phenol (max 0.25%). It was included into the pharmaceutical group of immune modulators.

Experimental design. Labrador Retriever puppies, aged of 41 days (n=17) were divided in two groups as follows:

- a) group I, poly-bacterial preparation treated, vaccinated, n = 12;
- b) group II, untreated, vaccinated, n = 5.

The animals were fed and watered *ad libitum*, under the same maintenance conditions. The investigations were carried out till the animals reached the age of 63 days.

The experimental protocol included for group I, unlike for group II, intramuscular poly-bacterial preparation injections (1 ml) on days 0, 2, 4, 6 after the beginning of the trial (aged of 41, 43, 45 and 47

days). Both groups were subjected to administration of a modified live antiparvoviral vaccine, according to the instructions, on day 8 of the experiment (49 days of age) and blood samplings on days 0, 8 and 22 (41, 49 and 63 days of age). Blood was taken from the brachial vein, 0.5 ml for heparin (50 IU/ml) to monitor the phagocytosis and 1.5 ml for serum, on special clotting gel, to monitor lysozyme activity.

The experimental protocol was drawn in table 1.

Phagocytic activity. The carbon particle clearance test was used to monitor the *in vitro* non-specific cell mediated activity, reducing the blood amounts to minimum aliquots necessary to perform the test (micromethod) (Ghergariu, S. et al. 2000; Rapuntean, Gh. et al. 1994; Dumitru, C. et al. 1996). For that purpose, 0.5 ml aliquots of heparinized blood were co-incubated at 37°C with 1.5 μ l of a supernatant of India ink, in sterile tubes. At 0, 30 and 60 minutes of incubation, 150 μ l of the mixture were transferred to 3 ml of saline. Finally, all the tubes containing saline + blood + India ink were centrifuged 10 minutes at 1500 rpm.

Table 1. *Experimental protocol*

Group	Age (days)	Immune stimulation	Day of the experiment	Procedure
I	41		0	Blood sampling
	41	1 st	0	Immune stimulation
	43	2 nd	2	Immune stimulation
	45	3 rd	4	Immune stimulation
	47	4 th	6	Immune stimulation
	49	-	8	Blood sampling
	49	-	8	Vaccination
	14 days break			
	63	-	22	Blood sampling
II	41	-	0	Blood sampling
	41	-	-	-
	43	-	-	-
	45	-	-	-
	47	-	-	-
	49	-	8	Blood sampling
	49	-	8	Vaccination
	14 days break			
	63	-	22	Blood sampling

Supernatant optical densities, rendering 0,20 and 40 minutes of incubation for each sample, were read in 96 well plates, using a multichannel spectrophotometer (SUMAL PE2, Karl Zeiss, Jena), at 535 nm wavelength ($d=0.5$ cm). Phagocytosis was estimated as the reciprocal of the regression slope of the optical densities that were read (Vasiu, C. et al. 1995). Phagocytic activity index was calculated as the difference between the natural logarithms for the 0-20-min and 20-40-min intervals.

The agar gel diffusion test against *Micrococcus lysodeicticus* was used to assess the lytic capacity of serum lysozyme in the puppies during the experiment (Ghergariu, S. et al. 2000; Rapuntean, Gh. et al. 1994). A standard curve built with pure lysozyme (Sigma Aldrich) was used to quantify the amounts of lysozyme in the puppy sera in micrograms/ml.

Mean values, standard deviations and statistical significance of the differences were obtained using the Excel program.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Phagocytic function is one of the most important mechanisms within the “first line of defense” against microbes, being performed by neutrophils as small phagocytes, and also by monocytes, as macrophages (Stites, P.D. and Terr, A.I. 1991). Their activation is being triggered by the presence of particulate antigens, which are subsequently engulfed and destroyed. The oxidative burst plays an important role in this process (Sigal, L.H., Ron, Y. 1994).

The nervous system, due to the presence of specific receptors on the cells of the immune system, can respond to the secretion of neurohormones. Thus, the nervous system exerts a modulatory action upon the immune response. This could happen by a direct hypothalamic or cortico-hypothalamic

stimulation, where bacteria or bacterial products could intervene, by neural and humoral pathways and also by hypothalamus-pituitary-adrenal axis. The immune response triggering and enhancement by the nervous system are essential, since it could favorably influence the outcome of infectious diseases (Baciu, I. 1992; Baciu, I. et al. 2003).

Age is an important factor influencing the non-specific immunity. In an experiment aimed at monitoring the neutrophil level in puppies on the first day of their life, it was indicated that it was about three times higher than the one of lymphocytes. There was a change in the proportion of these leukocyte populations, with a decrease of neutrophils and increase of lymphocytes, the latter becoming dominant as numbers. By the end of the first month of life, neutrophils level could be compared to the one in adults. The phagocytic activity of neutrophils for the same period was somewhat, but non-significantly higher, in puppies. The experiment indicated that the puppies with very low levels of maternal antibodies developed by the age of two weeks a specific immune response to a parvovirus antigen. This development was continuous, differing from the one of the adults till at least 3 months of age (Toman, M. et al. 2002).

Attempts to stimulate the phagocytosis along with the antibody response and cell mediated adaptive immunity were done. The use of glucan jointly with anti-parvovirus vaccination led to significantly increased phagocytic ability, metabolic and chemotactic activity of polymorphonuclear leukocytes and also improved the blastogenic response of lymphocytes. Similarly, the antibodies against canine parvovirus infection were statistically significantly increased by day 28 after vaccine and glucan administration, as compared to control group (Haladová, E. et al. 2011).

Bacteria were also used to stimulate the immune system. A diet supplemented with 5×10^8 colony forming units (cfu)/d of probiotic *Enterococcus faecium* (SF68) from weaning to 1 y of age, led to higher fecal IgA and distemper vaccine-specific circulating IgG and IgA. The percentage of mature B cells was also increased in puppies fed with the probiotic when compared to the control group (Benyacoub, J. et al. 2003).

Other treatments, such as chemotherapy, could change the phagocytic function, impeding the immune response against bacteria, in the case of chronic disease. Thus, induction chemotherapy diminished the percentage of neutrophils capable of oxidative burst in dogs with lymphoma, but phagocytosis improved over time (LeBlanc, A.K. et al. 2015).

Phagocytic activity was presented for the stimulated group in figure 1 and for the control group in figure 2. Average phagocytic indices were presented for the two periods, from 0 to 20 and from 20 to 40 min for each sampling.

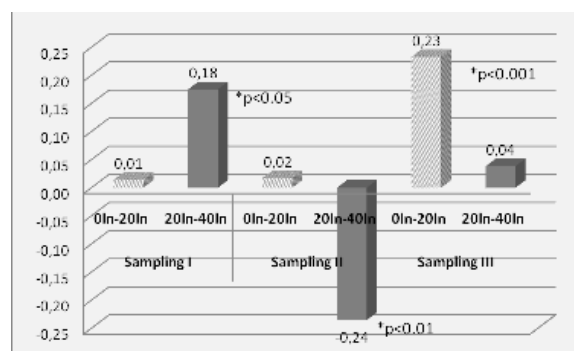


Figure 1. Mean values of phagocytic activity in the immune stimulated group (ln)

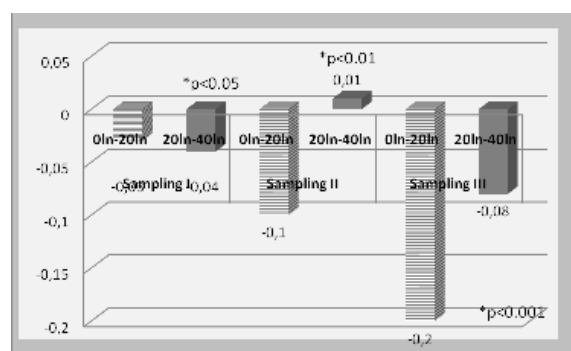


Figure 2. Mean values of the phagocytic activity in the control group (ln)

As shown, the phagocytic activity is in the positive field, with an increase towards the end of the experiment in the stimulated group, as opposed to the control group, where the majority of the indices are negative. The enhanced phagocytic activity of the poly-bacterial preparation was obvious. The comparison for the first reading period, third sampling, between the two groups indicated a high statistically significant difference ($p < 0.001$). The differences for the first and second sampling, second period (20 to 40 min) were also statistically supported ($p < 0.05-0.01$). Although the puppies at birth can respond to external stimuli, by augmenting the non-specific cell mediated activity, the poly-bacterial preparation could be of help in increasing the post-vaccinal immunity and lowering the caseload in parvovirus infection (Haladová, E. et al. 2011).

The lysozyme (N-acetyl-muramyl-hydrolase) is involved in the lysis of the bacterial wall especially in Gram positive cocci (Sigal, L.H., Ron, Y. 1994). Alterations of lysozyme concentrations were found during the development of infectious diseases (Babíčková, K. et al. 2009). Figure 3 presents the mean values of the lysozyme concentrations in the experimental groups. The value obtained at the first sampling was the highest and decreased towards the second sampling in the immune stimulated group, with no influence on the health status of animals. There was a second increase at the third sampling. Compared to the experimental group, the increase in lysozyme concentrations was gradual by the end of the experiment, but the levels were lower than in the control group. The differences in the dynamics of lysozyme concentrations were not supported statistically, except for the first sampling. There were no significant differences at the end of the experiment between the groups.

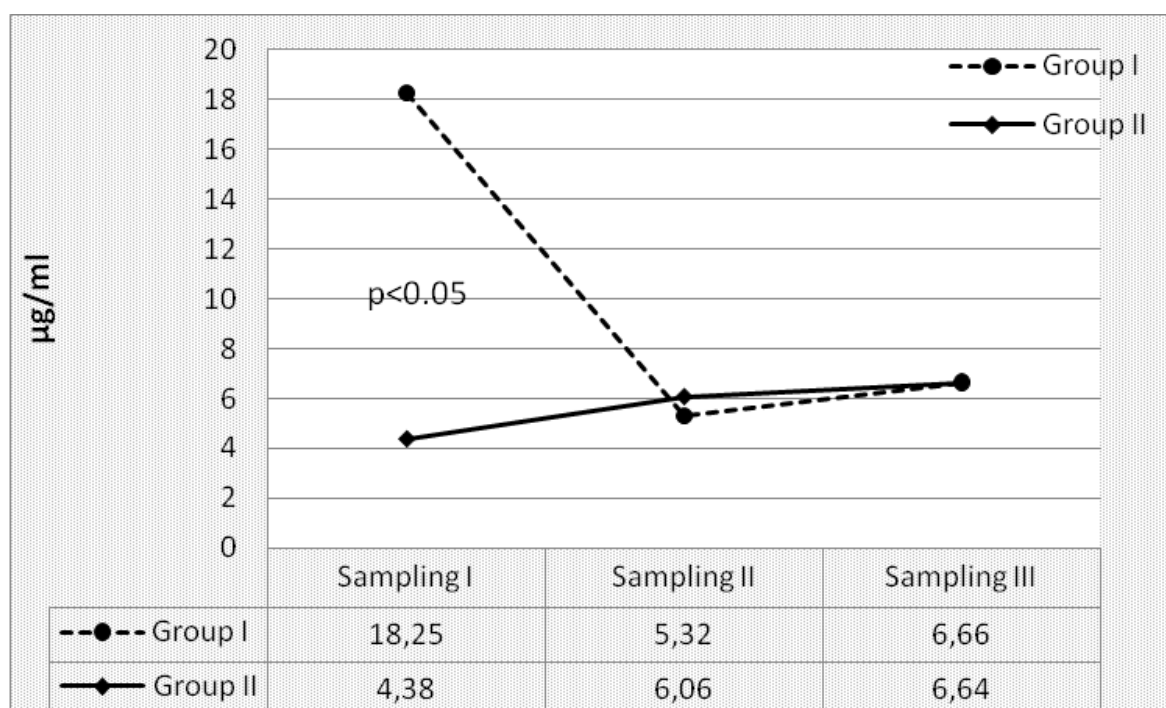


Figure 3. Lysozyme concentration in the experimental groups (mean values)

One of the purposes of poly-bacterial preparation treatment preceding vaccination in puppies was to increase the basic non-specific immune response, in order to enhance protection against parvovirus infection. Most probably, the enzyme levels decreased since it was sensitive to the manipulation/vaccination stresses, and these exerted a more pronounced influence than the antigen priming. The initial increased value could be the result of a different microbism of the environment, with a heavier load in the experimental group. Since the poly-bacterial preparation treatment did not significantly influence this parameter, probably there was a different pathway and other mechanisms were involved in ensuring the health of animals.

CONCLUSIONS

1. Phagocytosis was positively influenced by the poly-bacterial preparation treatment and antigen priming, suggesting an increase in the effectiveness of cell mediated non-specific immunity and a possible use of the procedure to improve vaccinal status of the puppies.

2. Lysozyme concentrations were negatively influenced by the combined poly-bacterial preparation and vaccination procedure, indicating supplementary pathways in the increased resistance against parvovirus infection.

REFERENCES

1. BABÍČKOVÁ, K., HYRŠL, P., TOLAROVÁ, S. (2009). Antibacterial activity of lysozyme and complement in

canine blood sera. In: 3rd EVIW European Veterinary Immunology Workshop. Berlin. Available: http://www.sci.muni.cz/ofiz/wp-content/uploads/2013/06/Berlin_2009.pdf

2. BACIU, I. (1992). The role of nervous mechanisms in the immune response. In: *Revue Roumaine de Physiologie*, vol. 29(1-2), pp. 5-11.

3. BACIU, I., HRISCU, M., SAULEA, G. (2003). Hypothalamic mechanisms of immunity. In: *International journal of neuroscience*, vol. 113(2), pp. 259-277. ISSN 0020-7454.

4. BENYACOB, J., CZARNECKI-MAULDEN, G.L., CAVADINI, C., SAUTHIER, T., ANDERSON, R.E., SCHIFFRIN, E. J., von der WEID, T. (2003). Supplementation of Food with *Enterococcus faecium* (SF68) Stimulates immune functions in young dogs. In: *Journal of Nutrition*, vol. 133(4), pp. 1158-1162. ISSN 0022-3166.

5. DUMITRU, C., SPÎNU, Marina, VASIU, C., BRUDAȘCĂ, Gh., BOLDIZSAR, E., DOBREAN, V., FĂRTAN, S. (1996). Modificări ale activității fagocitare și sintezei de lizozim în urma administrării extractului de *Calendula officinalis* la puii de găină. In: *Actualități în patologia animalelor domestice: simp.*, 7-8 nov., Cluj, vol. XXII, p. 183.

6. GHERGARIU, S., POP, A., KADAR, L., SPÎNU, Marina (2000). *Manual de laborator clinic veterinar*. București: All. 426 p. ISBN 973-684-112-X.

7. HALADOVÁ, E., MOJŽISOVÁ, J., SMRČO, P., ONDREJKOVÁ, A., VOJTEK, B., PROKEŠ, M., PETROVOVÁ, E. (2011). Immunomodulatory effect of glucan on specific and nonspecific immunity after vaccination in puppies. In: *Acta Vet Hungarica*, vol. 59(1), pp. 77-86. DOI: 10.1556/AVet.59.2011.1.7

8. LeBLANC, A.K., LeBLANC, C.J., ROHRBACH, B.W., KANIA, S.A. (2015). Serial evaluation of neutrophil function in tumour-bearing dogs undergoing chemotherapy. In: *Veterinary and Comparative Oncology*, vol. 13(1), pp. 20-27. ISSN 1476-5829.

9. *Manual of Small Animal Disease* (1988). New York: Churchill Livingstone. 444 p. (pp. 49-61). ISBN 0443085080.

10. RĂPUNTEAN, Gh., SPÎNU, Marina, SPÎNU, O. (1994). *Lucrări practice de imunologie*. Cluj-Napoca: Agronomia.

11. ROITT, I. (1991). *Essential Immunology*. Oxford: Blackwell Sci. Publ.

12. SIGAL, L.H., RON, Y. (1994). *Immunology and Inflammation. Basic Mechanisms and Clinical Consequences*. McGraw-Hill. Inc.

13. STITES, P.D., TERR, A.I. (1991). *Basic and Clinical Immunology*. 8th ed. 500 p. ISBN 978-0838505618.

14. TOMAN, M., FALDYNA, M., KNOTIGOVA, P., POKOROVA, D., SINKORA, J. (2002). Postnatal development of leukocyte subset composition and activity in dogs. In: *Veterinary Immunology and Immunopathology*, vol. 87(3-4), pp. 321-326. ISSN 0165-2427.

15. VASIU, C., BOLDIZSAR, E., BRUDAȘCĂ, GH.F., DUMITRU, C., SPÎNU, Marina, DOBREAN, V., BOGDAN, Gh. (1995). Investigații privind modificările efectorilor imuni celulari la bovine serologic pozitive pentru leucoză enzootică. In: *Actualități în patologia animalelor domestice: simp.*, 11-12 oct., Cluj-Napoca, vol. XXI, pp. 67-88.

Data prezentării articolului: 23.04.2017

Data acceptării articolului: 17.05.2017

CZU 636.5:612.017.11/.12

POTENTIAL USE OF THE STINGING NETTLE AS AN ENHANCER OF WEIGHT GAIN AND INNATE IMMUNE RESPONSE IN BROILER CHICKENS

Carmen Dana ȘANDRU, Mihaela NICULAE, Eموke PALL, Aurel VASIU, Florinel BRUDAȘCĂ, Marina SPÎNU

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca, Romania

Abstract. Researches were conducted to investigate the *in vivo* effect of an nettle plant alcohol extract on the phagocytosis and body weight in 48 days old broiler chickens (n=34). The birds were divided into three groups: subcutaneously injected with 0.5 ml of saline (control, n = 12), with 0.5 ml of alcohol (group II, n=11) or with 0.5 ml of alcoholic nettle extract (group III, n=11). Sterile heparinized blood, sampled on days 0, 7 and 13, was processed by an *in vitro* carbon particle inclusion test, the phagocytosis being expressed in optical density units. The birds were weighed simultaneously with the blood sampling. We concluded that a single nettle extract treatment does not significantly influence the phagocytosis, while the second administration intensified it. The alcoholic nettle extract had a beneficial effect on the body weight of broiler chickens.

Key words: Broiler chickens; Nettle extract; Phagocytosis; Body weight.

INTRODUCTION

Poultry industry represents one of the economically most important branches of animal production, where appropriate productive levels can be obtained only by the use of technologies that ensure and preserve birds' health and alleviate stress. The effects exerted by the alcoholic vegetal extract on birds as well as their role in increasing production in different farmed species are of great interest not only for veterinarians, but also for farmers and food processors (Wang, M. et al. 2001; Harata, K. et al. 2001).

Researches conducted to establish the activity of several vegetal extracts on the immune system were connected with major problems their use could solve (Pusztai, A. et al. 1993; Pop, M. et al. 1990; Spînu, M. et al. 1992). Changes in classical therapies by the use of plant extracts could enhance the innate and adaptive immune responses and improve animal production levels, via their combined, innate and adaptive immune responses stimulating activity (Spînu, M. et al. 1998). Beneficial effects of the nettle plant have been studied in detail in both human and veterinary medicine (Ionescu, S. and Savopol, 1977; Radu, I., Andronescu, 1984; Randall et al., 1999).

This study aimed to investigate the potential *in vivo* influence of an alcoholic nettle plant extract on the non-specific cell-mediated immune response (phagocytosis) and changes in body weight in broiler chickens.

MATERIALS AND METHODS

Broiler chickens (n=34), aged 48 days, were divided into three groups: a) group I, untreated control, injected with 0.5 ml of saline, n=12; b) group II, injected with 0.5 ml of 70° alcohol, n=11; and c) group III, injected with 0.5 ml of alcoholic nettle extraction, n=11. The birds were injected by subcutaneous route.

Injections were performed twice, on day 0 (beginning of the experiment) and after 7 days. Blood for the immunological tests was sampled three times, on days 0, 7 and 13, on heparin (50 IU/ml) and processed within maximum 4 hours after sampling.

Phagocytic activity. 0.5 ml aliquots of heparinized blood were co-incubated at 37°C with 1.5 ml of a supernatant of India ink, in sterile tubes. At 0, 30 and 60 minutes of incubation, 150 μ l of the mixture were transferred to 3 ml of saline. Finally, all the tubes containing saline + blood + India ink were centrifuged 10 minutes at 1500 rpm. Supernatant optical densities, rendering 0, 30 and 60 minutes of incubation for each sample, were read in 96 well plates, using a multichannel spectrophotometer, at 535 nm wavelength. The results were expressed in optical density units (ODU) and subsequently Ln values were calculated. Phagocytic activity was calculated as the difference between the natural logarithms of the optical densities of the phagocytosis at 0–30-min and 30–60-min.

Body weight. Chickens were weighed at the beginning of the experiment as well as on days 7 and 13 and the changes in body weight were recorded.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The *in vitro* phagocytic test allows making the evaluation of recognition and afterwards the inclusion of non-specific particles (Obertreis, B. et al. 1996; Dumitru, C. et al. 1996). This mechanism is essential for initiating the specific immune response, being followed by either destruction or removal of foreign materials or antigenic processing. Attempts to clarify the chemical profile of stinging nettle and to provide an insight into the mechanisms by which the immune response is improved showed that *Urtica dioica* extracts increased the activity of non-stimulated intestinal epithelial cells, inducing the enhanced secretion of protein-1 and growth-related oncogene, also stimulating MyD88/NF- κ B/p38 signaling, and enhancing intestinal steady-state defense. These results recommend the stinging nettle as a candidate for the phytopharmaceuticals or dietary supplements for co-treatment of various inflammatory diseases (Francišković, M. et al. 2017).

Administration of the injectable alcoholic nettle extract to broiler chickens led to changes in phagocytosis, an important component of the innate cell-mediated immune response (figures 1 to 3).

The analysis of the data obtained from the first sampling (fig. 1) showed that mean optical density values in the control group were lower than those in the alcohol or nettle extraction injected groups, nevertheless, all the groups showed a statistically non-significantly different, but high phagocytosis. In all groups, the Ln of the ODU values during the first reading interval (0 to 30 min) indicated that the phagocytosis increased, when compared to the second interval ($p < 0.05$, group II).

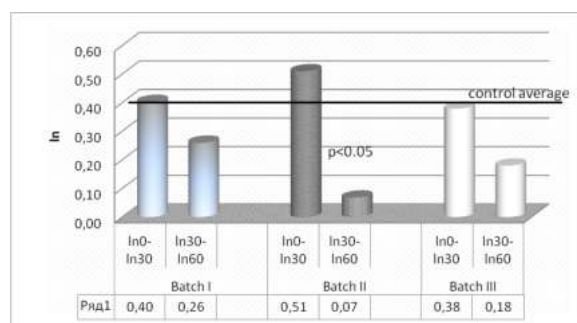


Figure 1. *In vitro* phagocytic activity at the first sampling ($x \pm s$)

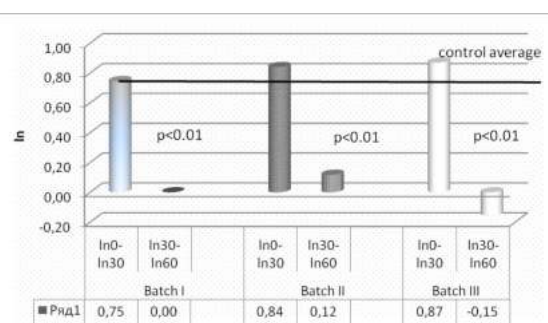


Figure 2. *In vitro* phagocytic activity at the second sampling ($x \pm s$)

After 7 days, the phagocytic activity decreased the most in the control group (fig. 2) when compared to the first sampling (0.150 ± 0.069 ODU versus 0.081 ± 0.048 ODU). Similar results were obtained in the other two groups, probably due to the manipulation and injection stresses, the nettle extract and the alcohol alleviating this decrease (0.069 ODU for group I, 0.033 ODU for group II and 0.048 ODU for group III). By the end of the experiment, the phagocytic activity significantly ($p < 0.01$) increased in all groups compared to both first and second samplings. The increase was much higher in the nettle extract injected group, compared to similar results in the other two groups (fig. 3), underlining the beneficial effect of the alcoholic nettle extract on the non-specific cell mediated immune response in broiler chickens.

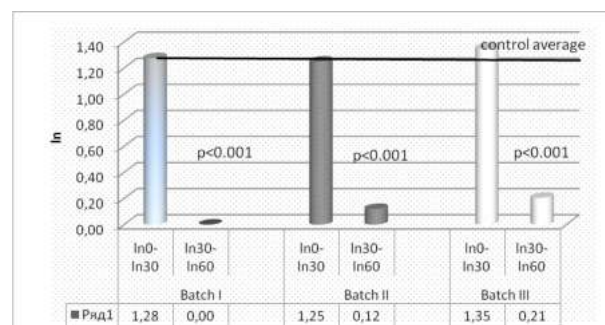


Figure 3. *In vitro* phagocytic activity at the third sampling ($x \pm s$)

Fig. 4 and 5 illustrate the differences between the intensity of phagocytosis during the experiment. The first reading period of 30 min after sampling better reflects the enhancement of phagocytosis by the nettle extract treatment in chickens.

Nettle was used as a dietary supplement in animals from ancient times. A study conducted on a total of 300 Ross-308 broiler chickens, to evaluate the effects of 0.5%, 1%, 1.5% and 2% *Urtica dioica* dietary supplement on growth performance, carcass characteristics, and blood biochemistry and immune parameters, indicated that 1% of nettle supplement significantly

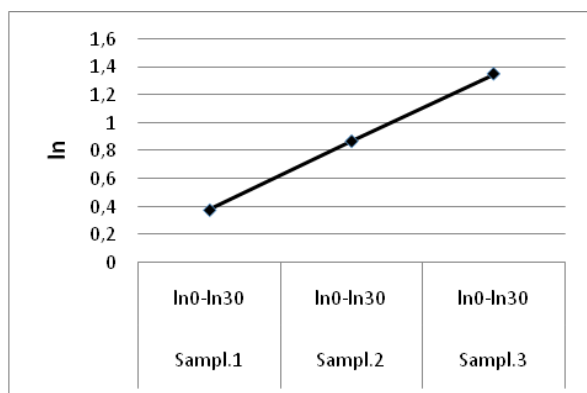


Figure. 4. The continuously increasing trend of the phagocytic activity in the nettle extract treated group (0-30 min)

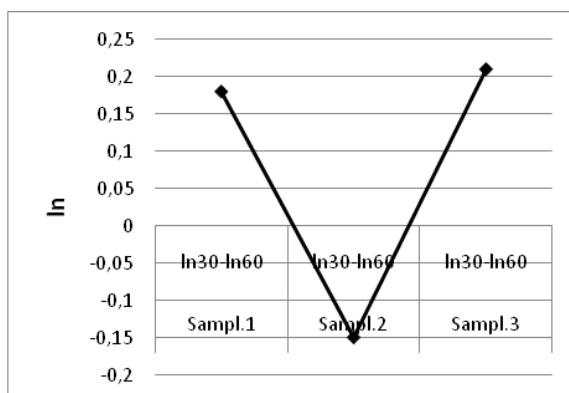


Figure. 5. Diminished dynamics of the phagocytic activity during the second reading period (30-60 min) in the nettle extract treated group

($p < 0.05$) increased the body weight at 42 days of age, but did not change the immune related parameters among the treatments (Safamehr, A. et al. 2012).

Evaluating comparatively the effects of chicory (*Cichorium intybus*) and nettle (*Urtica dioica*) in 42 day old chickens, fed in different diets on growth performance, carcass characteristics and biochemical parameters, showed that both nettle and chicory, supplemented with enzyme had similar effects. Although these supplements appeared suitable for chicken diets, selection is necessary to obtain beneficial results (Safamehr, A. et al. 2013). Measurements of changes in body mass showed a gradual increase in body weight in all groups during two weeks.

Table 1. Changes in mean values of body weight (kg) during the experiment

	group I control			group II, alcohol			group III, nettle extract		
	Sampling I	Sampling II	Sampling III	Sampling I	Sampling II	Sampling III	Sampling I	Sampling II	Sampling III
Mean values	1.506	1.936	2.183	1.497	1.918	2.180	1.627	2.064	2.409
Standard deviation	0.143	0.204	0.206	0.166	0.169	0.182	0.203	0.286	0.356

While the mean total increase was 0.677 kg in the control group, in the birds treated with alcohol it reached 0.683 kg. The nettle extract exerted the most stimulating effect (0.782 kg), group III exceeding with 105 g the mean performances of the control group (table 1). These results supported the nettle extract potential to increase the weight gain, which could also be the result of an improved antimicrobial defense. The nettle extract exerted its positive effect in this experiment being administered not orally but by subcutaneous injection route, so that it could serve not only as a dietary supplement but also as an adjuvant in immune stimulation.

CONCLUSIONS

1. Repeated alcoholic nettle extract treatments in broiler chickens improve not only the weight gain but also the non-specific cell-mediated immunity.
2. The oral route is not the only one by which the alcoholic nettle extract could improve the body condition and immunity. The subcutaneous administration route could increase the bioavailability of the active principles, avoiding digestion.

REFERENCES

1. DUMITRU, C., SPÎNU, M., VASIU, C., BRUDAȘCĂ, Gh.F., BOLDIZSAR, E., DOBREAN, V., FĂRTAN, S. (1996). Modificări ale activității fagocitare și sintezei de lizozim în urma administrării extractului de *Calendula officinalis* la pui de găină. In: Actualități în patologia animalelor domestic: simp. 7-8 nov., Cluj, vol. XXII, p. 183.
2. FRANCIŠKOVIĆ, M., GONZALEZ-PÉREZ, R., ORČIĆ, D., SÁNCHEZ DE MEDINA, F., MARTÍNEZ-

- AUGUSTIN, O., SVIRČEV, E., SIMIN, N., MIMICA-DUKIĆ, N. (2017). Chemical Composition and Immuno-Modulatory Effects of *Urtica dioica* L. (Stinging Nettle) Extracts. In: Phytotherapy research. ISSN 0951-418X. DOI: 10.1002/ptr.5836. [Epub ahead of print].
3. GALELLI, A., TRUFFA-BACHI, P. (1993). *Urtica dioica* agglutinin, a superantigenic lectin from stinging nettle rhizome. In: Journal of Immunology, vol. 151(4), pp. 1821-1831. ISSN 1550-6606.
4. HARATA, K., SCHUBERT, W.D., MURAKI, M. (2001). Structure of *Urtica* agglutinin isolectin I: dimer formation mediated by two zinc ions bound at the sugar-binding site. In: Acta Crystallographica. Section D. Biological Crystallography, vol. 57(Pt 11), pp. 1513-1517. ISSN 0907-4449.
5. IONESCU, Stoian St., SAVOPOL, E. (1977). Extracte farmaceutice vegetale. București: Ed. Medicală. 495 p.
6. KARAKAYA, S., EL, S.N., TAS, A.A. (2001). Antioxidant Activity of some foods containing phenolic compounds. In: International Journal of Food Sciences and Nutrition, vol. 52(6), pp. 501-508. ISSN 0963-7486.
7. OBERTREIS, B., RUTTKOWSKI, T., TEUCHER, T., BEHNKE, B., SCHMITZ, H. (1996). Ex-vivo in-vitro inhibition of lipopolysaccharide stimulated tumor necrosis factor-alpha and interleukin-1 beta secretion in human whole blood by extractum urticae dioicae foliorum. In: Arzneimittelforschung, vol. 46(4), pp. 389-394. Erratum in: Arzneimittelforschung, vol. 46(9), p. 936. ISSN 0004-4172.
8. POP, M., SPÎNU, M., VASIU, C., RĂPUNTEAN, Gh., 1990, Elemente definitorii ale profilului imun la păsări crescute în sistem intensiv. In: Rev. Rom. Med. Vet., nr. 1, pp. 55-61. ISSN 1220-3173.
9. PUSZTAI, A., EWEN, S.W., GRANT, G., BROWN, D.S., STEWART, J.C., PEUMANS, W.J., Van DAMME E.J., BARDOZ, S. (1993). Antinutritive effects of wheat-germ agglutinin and other N-acetylglucosamine-specific lectins. In: British Journal of Nutrition, vol. 70(1), pp. 313-321. ISSN 0007-1145.
10. RADU, I., ANDRONESCU, E. (1984). Vademecum fitoterapeutic. București: Ed. Medicală. 287 p.
11. RANDALL, C., MEETHAN, K., RANDALL, H., DOBBS, F. (1999). Nettle sting of *Urtica dioica* for joint pain - an exploratory study of this complementary therapy. In: Complementary Therapies in Medicine, vol. 7(3), pp. 126-131. ISSN 0965-2299.
12. SAFAMEHR, A., FALLAH, F., NOBAKHT, A. (2013). Growth Performance and Biochemical Parameters of Broiler Chickens on Diets Consist of Chicory (*Cichorium intybus*) and Nettle (*Urtica dioica*) with or without Multi-Enzyme. In: Iranian Journal of Applied Animal Science, vol. 3(1), pp. 131-137. ISSN 2251-628X.
13. SAFAMEHR, A., MIRAHMADI, M., NOBAKHT, A. (2012). Effect of nettle (*Urtica dioica*) medicinal plant on growth performance, immune responses, and serum biochemical parameters of broiler chickens. In: International Research Journal of Applied & Basic Sciences, vol. 3(4), pp. 721-728. ISSN 2251-838X.
14. SPÎNU, M., BRUDAȘCĂ, F., DOBREAN, V., VASIU, A., OPRIȘ, A. (1998). Vegetal extract treatment influences the immunological profile in chicken. In: 5th International Veterinary Immunology Symposium, Ludhiana, Punjab, India.
15. SPÎNU, M., DANCEA, Z., ȘEPȘI, R., BRUDAȘCĂ, Gh.F., OPREA, M., SPÎNU, O. (1992). Dinamica unor indicatori ai profilului imunologic la păsări supuse imunostimulării. In: Actualități în patologia animalelor domestice: simp., Cluj-Napoca, vol. XVIII, p. 157.
16. WANG, M., WEI, Y., SHIYAN, Z. (2001). Preliminary pharmacological study on polysaccharide from *Urtica fissa*. In: Zhong Yao Cai = Journal of Chinese Medicinal Materials, vol. 24 (9), pp. 666-7. ISSN: 1001-4454.

Data prezentării articolului: 23.04.2017

Data acceptării articolului: 17.05.2017

CZU 619:614.31:637.4

CONDITIONALLY PATHOGENIC MICROFLORA OF THE CONSUMPTION EGGS AS A RISK OF TOXIC INFECTIONS

*Olga JUNCU**State Agrarian University of Moldova*

Abstract. The investigations were aimed to establish the diversity of conditionally pathogenic microflora in a poultry farm producing eggs for consumption and to determine the critical points of eggs contamination with pathogenic microorganisms, which could be a risk of developing food toxic infections in humans. The samples of biological material for microbiological investigations were collected in the rooms where laying chickens are kept, from egg shells, from the equipment, in the room for egg collection, sorting, grading and packaging, from feed and manure. The inseminations were performed on ordinary, selective and specific nutrient media. As a result of bacteriological and bacterioscopic investigations the presence of *Streptococcus* colonies was detected on the Peptone Agar medium (room air and egg shell), fungus colonies on Saburo medium (room air and feed), *Salmonella* colonies on Bismuth Sulfite Agar and *E. coli* colonies on Endo medium (faeces). The level of eggs contamination with conditionally pathogenic or pathogenic microorganisms varies depending on the hygiene of the premises, equipment, primary and secondary packaging of eggs, air currents in the building and on the content of microorganisms in poultry faeces.

Key words: Poultry; Eggs; Biological contamination; Microorganisms; Culture media.

INTRODUCTION

At present, the national production activity in the poultry sector has an increasing trend, which was favoured by increasing market demand, sufficiently satisfied offer of domestic producers and increasing demands on food quality. At the same time, there is an increased consumption of local food products on the detriment of imported products. On the national level, the rural development programs aim at establishing poultry farms with industrial type of production and with farming systems adapted to the EU requirements (Edgar, J., Held, S. et al. 2016; Lara, L.J, Rostagno, M.H. 2013)

It is known that eggs represent a valuable food with a high content of biologically active ingredients used for human consumption or in industry for food production. Eggs are not laid in a sterile environment. In fact, eggs may be contaminated via two different ways: vertical transmission through the ovary (or transovarial transmission) or horizontal transmission through the shell (or trans-shell transmission). Through vertical transmission, bacteria are introduced from infected reproductive tissues into the eggs prior to shell formation. This form of transmission is mostly associated with pathogenic bacteria, namely *Salmonella*. Horizontal transmission usually occurs from fecal contamination on the egg shells as the eggs are released via the cloaca, where the excretion of feces also takes place. It also includes the contamination through environmental vectors, such as farmers, pets and rodents (Ai-Harathi, M.A., El-Deek, A.A., Attia, Y.A. 2011; Bain, M.M., Nys, Y., Dunn, I.C. 2016; Hester, P.Y., Enneking, S.A. et al. 2013).

From the point of view of natural biosafety, the eggs present on the surface a structure which has a special secreted mucus with germicidal effect. 1-2 weeks after the eggs were laid, the bactericidal effect is reduced. Under the secreted mucus the shell is porous, with pores sufficiently large to allow the passage of the microbial cells. Among the most common microorganisms of internal contamination is *Salmonella* species of the genus *Salmonella enteritidis*, *Salmonella gallinarum*, the genus *Proteus mirabilis*, *Clostridium* genus, the species of *Clostridium perfringens*, which may originate from external contamination. These microorganisms can produce endotoxins that lead to foodborne disease. While chicken eggs may be contaminated up to 1%, duck eggs may be contaminated in a proportion of up to 26% (Denagamage, T., Jayarao, B., et al. 2015; Janczak, A.M., Riber, A.B. 2015).

Typically, the external contamination occurs after the expulsion of the egg, by means of air from the laying birds' manure through direct contact with the environment and constitutes about 90% of egg microflora. The number of microorganisms on the egg shells is on average about 100,000 according to the degree of cleanliness; with the prevalence of Gram-positive bacteria of the genus *Micrococcus* with a high resistance on the egg shells. If the egg is in contact with air moisture, the pores from the surface of the egg shell facilitate the penetration of bacteria through them. Similarly, the transmissible pathogenic

bacteria may contaminate the egg by manure with bacteria belonging to the genus *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Proteus*, *Escherichia*. Monitoring the epidemiological situation of eggs production and performing the schedule of veterinary control of such microorganisms as *Salmonella enterica*, *Salmonella pullorum*, *Salmonella gallinarum* and *Salmonella arizonae* represent compulsory measures that should be carried out in chicken flocks (Edgar, J., Held, S. et al. 2016; Janczak, A.M., Riber, A.B. 2015).

Simultaneously, the program stipulates the inspection of flocks during each period of laying, taking samples for laboratory investigations, and if appropriate, blood from one day old chicks and also cloacal and tracheal samples. It also excludes taking samples from the chickens that were treated with antibiotics or were vaccinated in case of serological monitoring. Epidemiological surveillance must be continued during the periods of young chicken growth, before the period of laying and then every three months. Taking into consideration the above mentioned facts, the purpose of proposed research was to determine the diversity of bacterial flora in the poultry premises for consumer egg production and to make the analysis of critical points of egg contamination by pathogenic or conditionally pathogenic microflora (Bain, M.M., Nys, Y., Dunn, I.C. 2016; Shang, H.M. et al. 2010).

MATERIAL AND METHODS

The researches were carried out at the poultry farm „Pasarea argintie” (Silver bird), Chisinau municipality, which produces eggs for consumption and in the Laboratory of Microbiology, Department Clinics II, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, SAUM. As samples for the laboratory investigations have served lavages taken from various places of the poultry farm such as rooms for chicken maintenance, samples of room air, lavages from the shell of laid eggs, samples from the equipment in the room, lavages of manure, samples of fodder, lavages from the rooms of egg collection, sorting and packaging and egg packages. The biological material has been sent to the laboratory for bacteriological and bacterioscopic investigation using ordinary, selective and differential nutrient media (Peptone Agar, Endo, Bismuth Sulfite Agar, Saburo and Levin medium). As a result of this research, attention was paid to the following microbiological criteria:

- morphological structure of colonies that have grown on nutrient media;
- bacteriological microflora isolated on nutrient media;
- sensitivity of bacterial microflora to certain antibiotics.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The figures 1-4 present images regarding the method of taking sample lavages of biological material for microbiological investigations. Sterile Petri dishes with nutrient media were placed in the premises where the laying birds are maintained, being open for contact with the ambient air for 10 minutes (fig. 1). Concomitantly, using sterile brushes, there were taken lavages from the shell of laid eggs that came into contact with the environment (fig. 2), from the supports of the egg collection room (fig. 3) and inside the egg sorting and grading room (fig. 4).



Figure 1. Assessment of air microflora in the premises for chicken maintenance



Figure 2. Taking samples of lavages from the egg shells (after laying)



Figure 3. Taking samples of lavages from the equipment



Figure 4. Taking samples of lavages inside the egg sorting and grading room

In laboratory conditions, there were made inseminations on nutrient media in spiral forms with biological material from the collected lavages. Then, the Petri dishes were placed for incubation in the thermostat at a temperature of + 37°C for 48 hours. The bacteriological results of performed investigations are shown in the figures 5-10. Figure 5 presents the *Streptococcus* colonies, which developed on Peptone Agar medium, where the Petri dishes were exposed to the contact with the air inside the room for chicken maintenance. The colonies of *Streptococcus* are placed dispersed all over the surface of Petri dishes, being of gray colour, round and spherical in shape and of various dimensions. Fungal colonies developed on Saburo medium (fig. 6) in contact with the room air; these were of white colour, fluffy and overgrown on the surface of the substrate.



Figure 5. Colonies of *Streptococcus* on Peptone Agar medium (lavages from the room air)



Figure 6. Colonies of fungi on Saburo medium (lavages from the room air)

When inseminations were performed from the egg shells (fig. 7), the colonies of *Streptococcus* developed predominantly being of round and oval shapes. The feed samples on Saburo medium had demonstrated a massive presence of fungal flora, which developed all over the surface of Petri dishes, being of grayish colour and overgrown on the surface of the medium.

In the case of inseminations performed from the manure lavages on the Bismuth Sulfite Agar (fig. 9), after 48h of incubation, there were observed the development of *Salmonella* colonies of gray-brown colour, placed in piles, oval in shape, while the colonies of *E. coli* developed on the Endo medium (fig. 10), being of various sizes ranging from gray to metallic gloss colour.

After the isolation of microbial cultures from culture media was carried out, it was investigated their antibiotic resistance to certain broad spectrum antibiotics commonly used in veterinary medicine practices. In particular, there have been used disks soaked in such antibiotics as: erythromycin, enrofloxacin, florfenicol, trimethoprim, gentamicin, oxytetracycline, neomycin, oxacillin, penicillin. Petri



Figure 7. Colonies of *Streptococcus* on Peptone Agar medium (lavages from the egg shells)



Figure 8. Colonies of fungi on Saburo medium (lavages from the feed)



Figure 9. Colonies of *Salmonella* on Bismuth Sulfite Agar medium (lavages of manure)

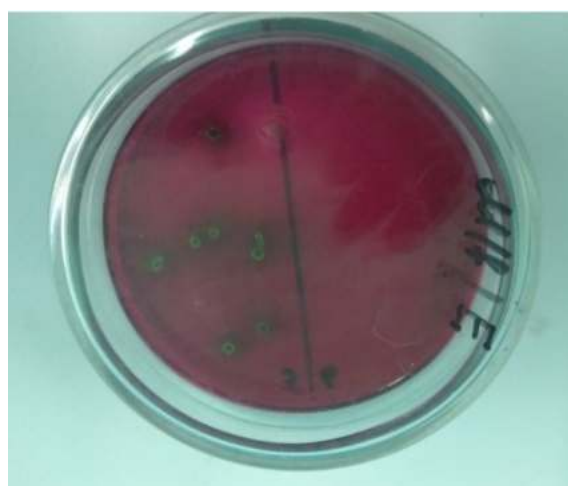


Figure 10. Colonies of *E. coli* on Endo medium (lavages of manure)

dishes were inseminated with microbial cultures isolated from the lavages taken within the poultry farm, then five disks soaked in various antibiotics were placed on each dish, which were placed in the thermostat at the temperature of 37°C for 48 hours. Subsequently, the retention of the microorganism colony growth was measured in mm. The results are shown on the antibiogram.

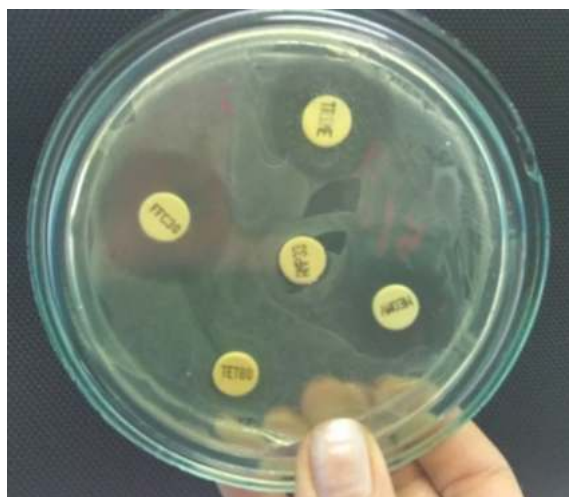


Figure 11. Antibiogram (antibiotics: enrofloxacin, neomycin, gentamicin, oxytetracycline, florfenicol)



Figure 12. Antibiogram (antibiotics: penicillin, erythromycin, trimethoprim, oxacillin)

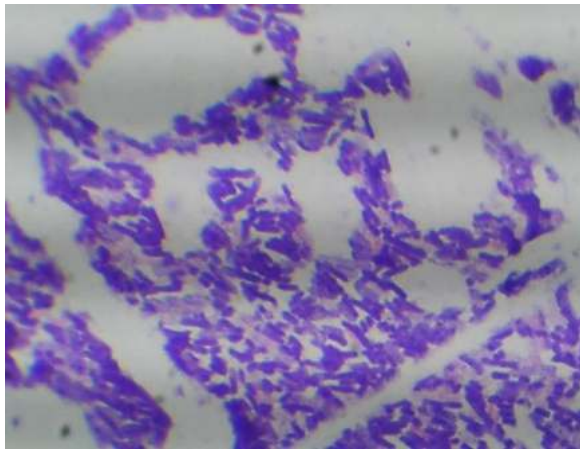


Figure 13. *Bacillus E. coli* (Oc. 10X40)

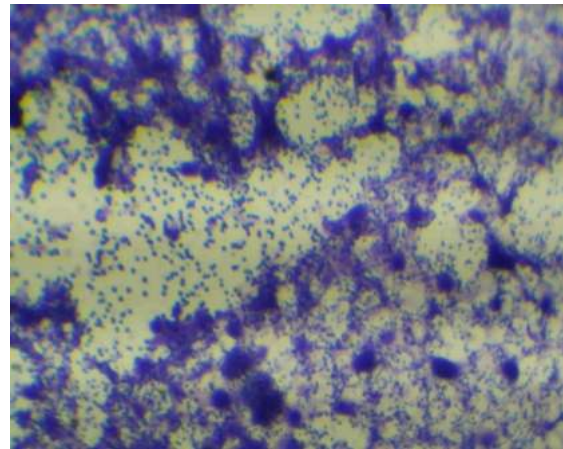


Figure 14. Colonies of *Streptococcus* (Oc. 10X40)

According to the investigation results of antibiotic resistance, presented in figures 11 and 12, the highest sensitivity of *Streptococcus* colonies was determined for the antibiotics trimethoprim and florfenicol, where the size of the inhibition zone was of 13 and 15 mm respectively. After that, the colonies of isolated microorganisms were stained according to Gram's Method and examined under the biological microscope (Oc. 10x40) under immersion. The results of this study are presented in the figures 13-14. Figure 13 presents the colonies of *E. coli*, which are of pink colour, have a bacillary form with oval heads and are placed in piles. Figure 14 shows the presence of *Streptococcus*, which are of blue colour, have a spherical shape and are placed in the form of chain, piles or ordinary.

CONCLUSIONS

1. Conditionally pathogenic microflora on the egg shells in the poultry premises and equipment for the maintenance of laying chickens predominantly consists of *Streptococcus* and *E. coli*.
2. The highest risk of egg contamination with pathogenic bacteria was detected in the room and equipment for egg collection and at the contact with the room air.
3. In order to prevent the contact of consumption eggs with pathogenic bacterial flora it is recommended to carry out a systematic microbiological monitoring of the critical points of microbiological contamination and systematically maintain rigorous sanitary conditions inside the premises, on the equipment and egg packages.

REFERENCES

1. AI-HARTHI, M.A., EL-DEEK, A.A., ATTIA, Y.A. (2011). Impacts of dried whole eggs on productive performance, quality of fresh and stored eggs, reproductive organs and lipid metabolism of laying hens. In: British Poultry Science, vol. 52(3), pp. 333-344.
2. BAIN, M.M., NYS, Y., DUNN, I.C. (2016). Increasing persistency in lay and stabilizing egg quality in longer laying cycles: what are the challenges? In: British Poultry Science, vol. 57(3), pp. 330-338. doi:10.1080/00071668.2016.1161727.
3. DENAGAMAGE, T., JAYARAO, B., PATTERSON, P., WALLNER-PENDLETON, E., KARIYAWASAM, S. (2015). Risk Factors Associated With *Salmonella* in Laying Hen Farms: Systematic Review of Observational Studies. In: Avian Diseases, vol. 59(2), pp. 291-302.
4. EDGAR, J., HELD, S., JONES, C., TROISI, C. (2016). Influences of Maternal Care on Chicken Welfare. In: Animals (Basel), vol. 6(1). doi: 10.3390/ani6010002.
5. HESTER, P.Y., ENNEKING, S.A., JEFFERSON-MOORE, K.Y., EINSTEIN, M.E., CHENG, H.W., RUBIN, D.A. (2013). The effect of perches in cages during pullet rearing and egg laying on hen performance, foot health, and plumage. In: Poultry Science, vol. 92(2), pp. 310-320.
6. JANCZAK, A.M., RIBER, A.B. (2015). Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. In: Poultry Science, 2015 vol. 94(7), pp. 1454-1469.
7. LARA, L.J., ROSTAGNO, M.H. (2013). Impact of Heat Stress on Poultry Production. In: Animals (Basel), vol. 3(2), pp. 356-369.
8. SHANG, H.M., HU, T.M., LU, Y.J., WU, H.X. (2010). Effects of inulin on performance, egg quality, gut microflora and serum and yolk cholesterol in laying hens. In: British Poultry Science, vol. 51(6), pp. 791-796.

Data prezentării articolului: 23.04.2017

Data acceptării articolului: 24.05.2017

CZU 339.5 : 63 (478)

COMERȚUL INTRAINDUSTRIAL CU PRODUSE AGROALIMENTARE ÎN REPUBLICA MOLDOVA: ASPECTE ȘI TENDINȚE

*Liliana CIMPOIEȘ**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

Abstract. The paper analyzes the agri-food trade of Moldova from different aspects of intra-industry trade. The aim is to estimate the trend and extent of intra-industry trade in agri-food products of Moldova. The time series from 2001-2015 are examined. According to the obtained results, the level of intra-industry trade in agricultural and food products for Moldova is quite high (78%), fact which indicates a decline of trade relationships with EU countries and an increase with CIS countries. For most commodity groups the values of Grubel Lloyd index present a high average variability over time, fact which reflects the structural changes in Moldova's agri-food trade. The values of A indices are very low and indicate that most of changes in trade flows had been inter-industrial in nature and probably generated high adjustment costs. The switching results of the B index of marginal intra-industry trade indicate that Moldova's position on these markets considerably improved and strengthened.

Key words: Agriculture; Intra-industry trade; Marginal intra-industry trade; Agri-food products.

Rezumat. În lucrarea dată se analizează fluxurile comerciale cu produse agroalimentare din Republica Moldova sub diferite aspecte ale comerțului intraindustrial. Scopul lucrării este de a estima tendința și dimensiunea comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare din Republica Moldova. Perioada analizată include datele din anii 2001-2015. Conform rezultatelor obținute, nivelul comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare pentru Republica Moldova este destul de înalt (78%), și indică asupra unei diminuări în relațiile comerciale cu țările Uniunii Europene (UE) și o majorare în ceea ce privește țările din Comunitatea Statelor Independente (CSI). Pentru majoritatea grupelor de mărfuri indicele Grubel Lloyd prezintă o variabilitate medie înaltă pe parcursul perioadei analizate, ceea ce reflectă schimbările structurale ce au avut loc în comerțul agroalimentar al Republicii Moldova. Indicele A prezintă valori joase, ceea ce indică că majoritatea schimbărilor în fluxurile comerciale au fost de natură interindustrială și probabil au generat costuri de ajustare înalte. Rezultatele instabile ale indicelui B al comerțului intraindustrial marginal indică că poziția Republicii Moldova pe aceste piețe s-a ameliorat considerabil.

Cuvinte-cheie: Agricultură; Comerț intraindustrial; Comerț intraindustrial marginal; Produse agroalimentare.

INTRODUCERE

În literatura economică, cele mai discutate subiecte legate de tendințele comerțului mondial țin de comerțul intraindustrial (IIT). Acesta poate fi definit ca fluxuri simultane de import și export de mărfuri care fac parte din același sector. Se pune accentul pe comerțul cu produse similare sau puțin diferențiate, bazate pe concurența imperfectă sau cererea pentru bunuri aproape substituibile în țări diferite, de către consumatori cu preferințe distincte (Luka, O. 2004, Levkovich, I. 2007).

În lucrările lui Greenway și Milner (2003) se menționează că comerțul intraindustrial are loc datorită costurilor comparative ale teoriei comerțului tradițional care nu este explicată de fluxurile simultane de exporturi și importuri într-o țară. Atunci când există comerț intraindustrial, economiile se confruntă cu o sursă suplimentară de venit, o gamă mai largă de produse, schimb de economii de scară și efecte pro-concurențiale. Comerțul intraindustrial reduce cererile de protecționism, deoarece în orice industrie există atât exporturi, cât și importuri, ceea ce face dificilă unanimitatea între cei ce solicită protecționism (Ruffin, R. 1999). Este făcută referire și la faptul că industriile cu niveluri înalte de IIT, datorită liberalizării schimburilor comerciale, suportă mai puține modificări structurale și mai puține costuri de ajustare decât cele cu niveluri joase. Aceasta se datorează faptului că e mai ușor a transfera sau adapta resursele la firme sau industrii decât a le schimba de la o industrie la alta (Kandogan, T. 2003).

Lucrarea dată cercetează comerțul agroalimentar al Republicii Moldova, în special diferitele aspecte ale comerțului intraindustrial (IIT). Interesul pentru acest subiect reiese din următoarele considerente: agricultura și comerțul agroalimentar joacă un rol important în economia Republicii Moldova; ponderea agriculturii în Produsul Intern Brut (PIB) este în prezent de aproximativ 12%; circa o treime din forța de muncă este încadrată în agricultură; produsele agroalimentare constituie, în mediu, 48,6% din totalul exporturilor țării. La fel, implementarea Acordului de Asociere cu Uniunea Europeană este un pas important spre liberalizarea și dezvoltarea economică a țării.

Astfel, scopul acestei lucrări este de a examina tendința și dimensiunea comerțului intraindustrial în sectorul agroalimentar al Republicii Moldova în perioada 2001-2015. Vom încerca de a identifica acele măsuri ale IIT care sunt mai adecvate pentru studierea generală a comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare, posibilele diferențe între anumite produse și grupe de țări, precum și modificările în fluxurile comerciale din perioada de referință.

MATERIAL ȘI METODĂ

Există mai mulți indici de estimare a comerțului intraindustrial. Cel mai larg utilizat este indicele Grubel-Lloyd (1975). Calcularea comerțului intraindustrial (IIT) pentru un sector va fi:

$$GLIT_i = \frac{(X_i + M_i)X_i - M_i}{(X_i + M_i)} \times 100, \quad (1)$$

unde $GLIT_i$ este indicele Grubel-Lloyd al comerțului intraindustrial i , X_i și M_i reprezintă valorile exporturilor și importurilor în sectorul i .

Indicele Grubel-Lloyd (GL) poate lua valori de la 0 la 100. Valoarea zero a GLIT indică că nu există IIT (exporturile sau importurile sunt zero). Dacă valoarea este egală cu 100, atunci tot comerțul este IIT (exporturile echivalează importurile).

Există mai multe limitări ale indicelui GL pentru a include dinamica schimbărilor în IIT. Astfel, sunt necesari indicatori bazați pe fluxurile comerciale marginale care ar putea oferi concluzii veridice. O primă încercare în elaborarea unui indice marginal al comerțului intraindustrial a fost făcută de Hamilton și Kniest (1991). Ei argumentau că pentru a evalua ajustarea consecințelor expansiunii comerțului este important să se axeze pe modificările marginale ale IIT (MIIT). Acest indice calculează efectiv partea modificărilor în exporturi și importuri. Cea mai utilizată măsură MIIT este indicele A (o transpozițiune a indicelui GL față de modificările comerciale), propus de Brulhart (1994):

$$MIIT = A = I - \frac{|(X_t - X_{t-n}) - (M_t - M_{t-n})|}{|X_t - X_{t-n}| + |M_t - M_{t-n}|} \quad (3)$$

unde n reprezintă numărul de ani ai perioadei relevante de ajustare. Poate fi exprimat ca:

$$A = I - \frac{|\Delta X - \Delta M|}{|\Delta X| + |\Delta M|} \quad (4)$$

Similar cu indicele GL, A poate lua valori de la 0 la 100. O valoare zero indică că comerțul marginal într-un sector particular trebuie să fie completamente de tip interindustrial, iar 100 reprezintă comerțul marginal totalmente interindustrial (Greenway, D., Milner, C. 1983).

Totuși, indicele A nu include informația despre performanța comercială relativă a sectoarelor în anumite țări. La fel, exporturile nete reflectă specializarea în cadrul unui sau altui sector particular. De aceea, Brulhart (1994) propune indicele B:

$$B = \frac{\Delta X - \Delta M}{|\Delta X| + |\Delta M|}, \quad (5)$$

sau $|B| = I - A$.

Coeficientul B poate lua valori de la -100 la 100. Cu cât B este mai aproape de zero, cu atât este mai mare MIIT și performanța specifică a sectorului țării. Când B este mai mare decât zero, modificarea în exporturi este mai mare decât modificarea în importuri. Și invers, atunci când coeficientul B are valori mai joase decât zero, modificarea în exporturi a fost mai mică decât modificarea în importuri.

Această lucrare este bazată pe analiza de date secundare furnizate de către Biroul Național de Statistică pentru analiza comerțului intraindustrial și marginal. Sunt analizate cele 24 de capitole din Nomenclatorul Mărfurilor în conformitate cu Sistemul Armonizat (HS) 2012 corespunzătoare produselor agroalimentare. Indicatorii comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare sunt estimați pentru diferite grupe de țări, precum: Uniunea Europeană (UE), Comunitatea Statelor Independente (CSI), Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE) și altele.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pe parcursul perioadei analizate se observă o tendință de majorare atât a exporturilor, cât și a importurilor. Astfel, exporturile s-au majorat cu 11%, iar importurile cu 13%, balanța comercială a Republicii Moldova fiind negativă.

Produsele agroalimentare sunt principalele mărfuri de export, având o pondere de 45% în volumul total al exporturilor. Ponderea acestora s-a diminuat în perioada examinată cu 18%, ceea ce a influențat și balanța comercială a produselor agroalimentare. Deși aceasta din urmă este pozitivă, volumul importurilor agroalimentare s-a majorat în ritmuri mai accelerate comparativ cu exporturile, ceea ce influențează cifra de afaceri a comerțului exterior. Rata creșterii anuale pentru exporturile produselor agroalimentare a fost de 9%, iar a importurilor de 13%.

Analizând evoluția fluxurilor comerțului cu produse agroalimentare, se observă o tendință de majorare a exporturilor agroalimentare de la 356857 mii dolari SUA în 2001 la 914488 mii dolari SUA în 2015 (tab. 1). Perioada anilor 2006-2007 este caracterizată printr-o descreștere ușoară în exporturile agroalimentare ca rezultat al embargoului asupra vinurilor moldovenești, impus de Federația Rusă, unul din principalii parteneri comerciali ai Republicii Moldova.

Pe parcursul perioadei analizate au intervenit modificări majore și în distribuția geografică (tab. 2). Până în anul 2006 majoritatea exporturilor agroalimentare erau orientate spre țările CSI. În 2007 ponderea exporturilor agroalimentare moldovenești pe piețele CSI se diminuează cu 30%. Această micșorare denotă diminuarea dependenței de piețele țărilor CSI și apropierea treptată spre alte piețe, inclusiv cea a UE. Un factor determinant a fost aderarea României și Bulgariei la Uniunea Europeană în 2007, România fiind un partener comercial important al Republicii Moldova. La fel, în această perioadă Republica Moldova a beneficiat de diverse facilități comerciale din partea UE prin Sistemul General de Preferințe (GSP+) în 2006 și Preferințe Comerciale Autonome (ATP) în 2008, pentru băuturi alcoolice, zahăr și unele produse agricole. O mai mare liberalizare a relațiilor comerciale cu UE este datorată și Acordului Aprofundat și Comprehensiv de Liber Schimb (DCFTA), parafat în 2014.

Tabelul 1. Valoarea și ponderea comerțului exterior al Republicii Moldova și fluxurile comerciale agroalimentare, 2001-2015

	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	Rata medie a creșterii
Exporturi, mii dolari SUA	565494	789933	1090919	1340050	1282981	2216815	2428303	1966837	1,11
Importuri, mii dolari SUA	892228	1402347	2292292	3689524	3278270	5191271	5492393	3986820	1,13
Exporturi agroalimentare, mii dolari SUA	356857	463076	582715	506210	604745	917103	1015546	914488	1,09
Importuri agroalimentare, mii dolari SUA	143298	204589	279575	465914	513583	687784	783795	586576	1,13
Balanța comercială, mii dolari SUA	-326734	-612414	-1201373	-2349474	-1995289	-2974456	-3064090	-2019983	X
Balanța comercială agroalimentară, mii dolari SUA	213559	258487	303140	40296	91162	229318	231749	327912	X
Ponderea exporturilor agroalimentare, %	63,10	58,62	53,41	37,77	47,13	41,37	41,82	45,53	X
Ponderea importurilor agroalimentare, %	16,06	14,58	12,19	12,62	15,66	13,24	14,27	13,52	X

Sursă: elaborat de autor în baza datelor Biroului Național de Statistică (2017), <http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774>

Pe parcursul anilor 2001-2015 exporturile agroalimentare ale Republicii Moldova s-au majorat substanțial spre țările UE și OCDE, dar s-au diminuat către țările CSI cu 13% (în mare parte datorită embargourilor aplicate). În ceea ce privește distribuția geografică a importurilor, cele din UE s-au diminuat, iar cele din țările CSI s-au majorat. Cei mai importanți importatori de produse agroalimentare din țările UE sunt România, Germania, Franța, Grecia, Italia și Olanda. Rata medie de creștere a importurilor agroalimentare din țările CSI a fost de 25%, iar din țările UE și alte țări – de 12% și, respectiv, 13% (tab. 2).

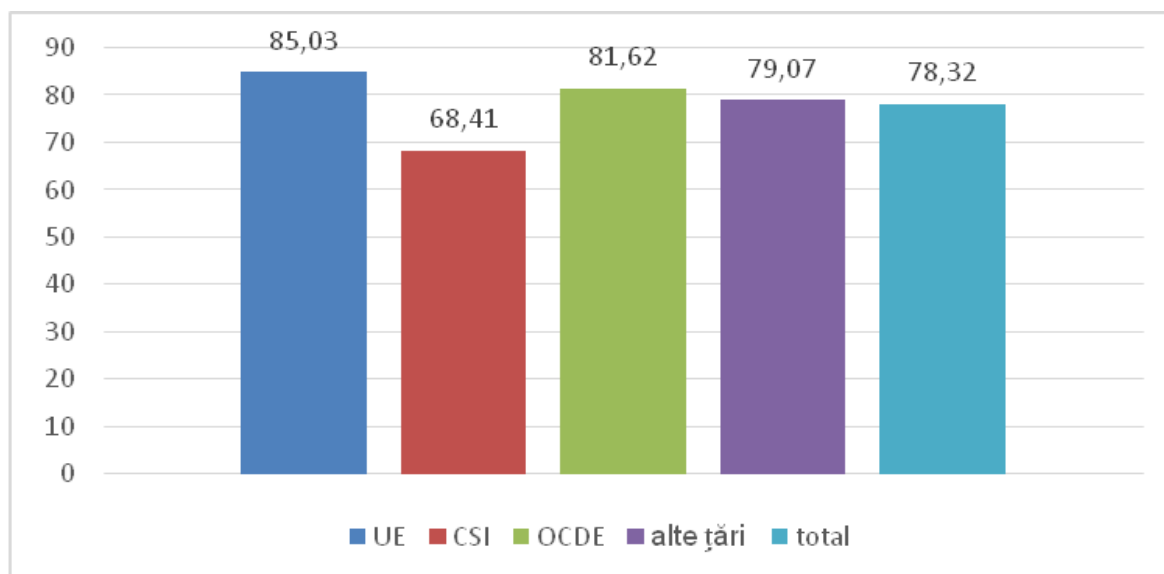
Deși s-a redus în ultimii ani, ponderea țărilor CSI constituie 45% din totalul exporturilor agroalimentare. O pondere mare o are Federația Rusă, care constituie 30% în exporturi și 10% în importuri, în principal produse vegetale (50%), băuturi și alte produse alcoolice (30%). Pe locul doi al partenerilor principali din cadrul țărilor CSI sunt Ucraina și Belarus, fluxurile comerciale cu acestea majorându-se cu 11% și, respectiv, 13%.

Tabelul 2. Distribuția geografică a produselor agroalimentare din Republica Moldova, mii dolari SUA, 2001-2015

Grupul de țări	Fluxurile comerciale	În mediu pe ani:	
		2001-2007	2008-2015
UE	export	116310	329326,6
	import	92226,29	220070,2
CSI	export	320812,6	361665,9
	import	101087,4	285314
OCDE	export	38378,97	123933,5
	import	47199,53	84888,59
Alte țări	export	10097	35422,33
	import	16895,7	36422,7
Total	export	472124,4	840415,3
	import	254429,9	657164,7

Sursă: elaborat de autor în baza datelor Biroului Național de Statistică (2017), <http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774>

În ceea ce privește țările UE, distribuția geografică rămâne stabilă, principalul partener comercial fiind România. Alți parteneri comerciali din rândul țărilor UE sunt Italia, Marea Britanie, Germania, Polonia, Franța, Grecia și Austria. Exporturile agroalimentare în aceste țări au o pondere de 85% din totalul exporturilor pe piața UE. Majorări în exporturi au fost înregistrate în toate țările UE, în special în Italia și Polonia, urmate de Grecia.



Sursa: calculele autorului în baza datelor Biroului Național de Statistică (2017) <http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774>,

Figura 1. Indicele GL al comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare dintre Republica Moldova și principalii parteneri comerciali (în mediu, 2011-2015)

În privința importurilor agroalimentare din EU, o pondere semnificativă o au România, Germania, Grecia, Italia, Franța, Ungaria și Olanda (67%). În relație cu majoritatea țărilor UE se înregistrează o balanță comercială pozitivă, cu excepția Ungariei și Olandei.

Analiza comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare în Republica Moldova este bazată pe calcularea indicelui GL în relație cu toți partenerii comerciali și grupe de țări (UE, CSI, OCDE și altele).

Conform rezultatelor obținute ale indicelui GL, nivelul comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare în Republica Moldova este destul de înalt, din totalul comerțului în acest sector 78% este de tip intraindustrial (fig. 1).

Pe parcursul perioadei analizate, indicele GL are tendința de descreștere pentru țările UE și de majorare pentru țările CSI (fig. 1). Tendința de diminuare a exporturilor către țările UE poate fi explicată

Tabelul 3. Comerțul intraindustrial pe grupe de mărfuri dintre Republica Moldova și ceilalți parteneri comerciali, 2001-2015

Codul HS	2001-2007	2008-2015	2001-2015
01 Animale vii	72,3	66,9	69,4
02 Carne și organe comestibile	50,1	52,5	51,3
03 Pește și crustacee, moluște și alte nevertebrate acvatice	3,9	0,58	2,1
04 Lapte și produse lactate; ouă de păsări; miere naturală; produse comestibile de origine animală, nedenumite și necuprinse în altă parte	69,3	46,09	56,9
05 Alte produse de origine animală, nedenumite și necuprinse în altă parte	8,1	17,9	13,3
06 Plante vii și produse de floricultură; tuberculi, rădăcini și alte părți similare de plante, flori retezate și alte verdețuri decorative floricole	37,6	25,5	31,2
07 Legume, plante, rădăcini și tuberculi alimentari	62,2	52,4	57,02
08 Fructe comestibile și nuci; coji de citrice și de pepeni	39,7	51,3	45,9
09 Cafea, ceai, mate și condimente	13,7	9,02	11,2
10 Cereale	43,6	30,4	36,5
11 Produse ale industriei morăritului; malț; amidon; inulină; gluten de grâu	6,8	9,02	7,9
12 Semințe și fructe oleaginoase; semințe și fructe diverse; plante industriale și medicinale; paie și furaje	67,3	34,06	49,5
13 Lac; gume, rășini și alte seve și extracte vegetale	1,3	4,4	3,01
14 Materiale pentru împletit și alte produse de origine vegetală, nedenumite și necuprinse în altă parte	67,5	39,1	52,3
15 Grăsimi și uleiuri de origine animală sau vegetală și produse ale disocierii lor; grăsimi alimentare prelucrate; ceară de origine animală sau vegetală	44,2	53,4	49,1
16 Preparate din carne, din pește sau din crustacee, moluște sau alte nevertebrate acvatice	52,5	4,9	27,1
17 Zahăr și produse zaharoase	76,7	71,8	74,1
18 Cacao și produse din cacao	24,8	28,4	26,8
19 Preparate pe bază de cereale, făinuri, amidonuri sau lapte; produse de patiserie	46,5	45,1	45,8
20 Preparate din legume, fructe sau din alte părți de plante	35,3	57,2	47,04
21 Preparate alimentare diverse	18,7	17,7	18,2
22 Băuturi alcoolice, fără alcool și oțeturi	24,9	45,7	36,02
23 Reziduuri și deșeuri ale industriei alimentare; nutrețuri pentru animale	74,2	82,5	78,7
24 Tutun și înlocuitori de tutun prelucrați	54,6	43,6	48,7
01-15 Produse agricole	82,5	79,6	81,0
16-24 Produse alimentare	58,3	96,6	78,8
01-24 Total produse agricole și alimentare	67,6	87,6	78,3

Sursă: calculele autorului în baza datelor Biroului Național de Statistică (2017) <http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774>

prin competitivitatea joasă a produselor agroalimentare din Republica Moldova, ceea ce creează impedimente pentru intrarea pe acele piețe. Tendința de majorare în relațiile cu țările CSI poate fi explicată prin majorarea importurilor din aceste țări, în principal din Ucraina.

Pentru unele produse rezultatele indicelui GL prezintă variații înalte în timp, ceea ce reflectă schimbările structurale în comerțul agroalimentar al Republicii Moldova (tab. 3). Magnitudini înalte și medii ale comerțului intraindustrial sunt observate la următoarele mărfuri: HS01, HS02, HS04, HS07, HS08, HS12, HS14, HS17, HS19, HS20, HS24. Niveluri joase ale comerțului intraindustrial sunt prezente pentru: HS03, HS05, HS09. Majoritatea produselor care au un nivel scăzut al indicelui GL sunt importate.

După Kandogan (2003), comerțul intraindustrial este mai comun în sectorul cu o producție semnificativ diferențiată, pe când comerțul interindustrial este mai mult caracteristic produselor standardizate.

Tabelul 4. *Alocarea comerțului marginal intraindustrial cu produse agroalimentare al Republicii Moldova pe grupe de țări, 2001-2015*

Gupa de țări	Indicele	2001-2007	2008-2015
UE	A	0.73	0.17
	B	1.01	0.81
CSI	A	1.96	0.97
	B	-1.56	0.01
OCDE	A	0.65	0.91
	B	0.47	-0.08
Altele	A	1.18	1.58
	B	-0.16	0.58
Total	A	1.36	0.27
	B	-0.68	1

Sursă: calculele autorului în baza datelor Biroului Național de Statistică (2017) <http://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774>

Măsurarea dimensiunii comerțului intraindustrial prin intermediul indicelui GL nu include potențialele costuri de ajustare. De aceea pentru a suplini analiza intraindustrială tradițională utilizăm măsuri ale comerțului intraindustrial marginal (MIIT), care, după Brulhart (1994), este estimat prin intermediul indicilor A și B (tab. 4).

Valorile indicelui A sunt mai mari pentru țările CSI în prima perioadă analizată și se micșorează ulterior la 0,97. O tendință de diminuare este valabilă și pentru țările UE. Valori înalte înregistrează și alte țări cu o tendință de creștere. În general, toate valorile indicelui A în ambele perioade sunt joase, ceea ce indică că majoritatea schimbărilor în fluxurile comerciale au fost de natură interindustrială și, probabil, au generat costuri de ajustare înalte.

Indicele B măsoară performanța comerțului sectorial și a comerțului marginal intraindustrial (tab. 4). La valorile indicelui B, toate grupele de țări, cu excepția OCDE, înregistrează scor negativ în prima perioadă, indicând că au existat mai multe produse agricole și alimentare de performanță joasă. În următoarea perioadă majoritatea are valori pozitive ale indicelui B, ceea ce indică că poziția Republicii Moldova pe acele piețe s-a îmbunătățit și întărit substanțial. Este observată și o creștere a poziției comerciale a țării pe piețele agricole mondiale.

CONCLUZII

1. Nivelul comerțului intraindustrial cu produse agroalimentare în Republica Moldova este destul de înalt (78%). Rezultatele nivelului indicelui GL indică o diminuare în relațiile cu țările UE și o majorare față de țările CSI. Această tendință de diminuare cu țările UE, în ceea ce privește exporturile, este legată de competitivitatea joasă a produselor agroalimentare moldovenești, ceea ce îngreunează accesul și valorificarea acestei piețe. Pentru majoritatea grupelor de mărfuri, valorile indicelui GL indică o variabilitate înaltă în perioada analizată, ceea ce reflectă schimbările structurale în comerțul agroalimentar al Republicii Moldova.

2. În ambele perioade analizate, valorile indicelui A sunt joase, ceea ce arată că majoritatea modificărilor în fluxurile comerciale au fost de natură intraindustrială și, probabil, au generat costuri de ajustare înalte.

3. Rezultatele instabile ale comerțului intraindustrial marginal (indicele B) de la valori pozitive la negative arată că poziția Republicii Moldova pe aceste piețe s-a ameliorat și întărit pe parcursul anilor 2008-2015. Este observată și o creștere a poziției comerciale a țării pe piețele agricole mondiale.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BLURHART, M. (1994). Marginal intra-industry trade: Measurement and the relevance for the pattern of industrial adjustment. In: *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 103(3), pp. 600-613.
2. GREENWAY, D., MILNER, C. (1983). On the measurement of intra-industry-trade. In: *Economic Journal*, vol. 93, pp. 900-908.
3. GREENWAY, D., MILNER, C. (2003). What have we learned from a generation's research on intra-industry trade?. *Leverhulme Centre for Research on Globalization and Economic Policy* (ed.). GEP Research Paper 2002/44.
4. GRUBEL, H.G., LLOYD, P.J. (1975). *Intra-industry trade: the theory and measurement of international trade in differentiated products*. New York: Wiley.
5. HAMILTON, C., KNIEST P. (1991): Trade liberalization, structural adjustment and intra-industry trade. In: *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 127(2), pp. 356-367.
6. KANDOGAN, T. (2003). Intra-industry trade of transition countries: trends and determinants. In: William Davidson Working Paper Nr 566.
7. LUKA, Oksana, LEVKOVICH, Inna. (2004). Intra-industry trade in agricultural and food products: the case of Ukraine. In: Discussion paper 78, Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe (IAMO). Germany: Halle (Saale). 30 p. ISSN 1438-2172. Available: <http://ageconsearch.umn.edu/record/14923/files/dp040078.pdf>.
8. LEVKOVICH, I., HOCKMANN, H. (2007). Foreign Trade and Transition process in agri-food sector of Ukraine. In: Discussion paper 114, Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe (IAMO). Germany: Halle (Saale). 30 p.
9. RUFFIN, Roy J. (1999). The nature and significance of intra-industry trade. In: *Economic and Financial Policy Review*, issue q IV, pp. 2-9.

Data prezentării articolului: 22.03.2017

Data acceptării articolului: 23.04.2017

CZU 631.15:634/635(478)

ANALIZA ECONOMICĂ A CULTIVĂRII FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR ÎN MOLDOVA

Andrei ZBANCĂ, Virgiliu MOREI, Grigore BALTAG, Sergiu PANUȚA

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. Small and medium agricultural producers of the Republic of Moldova focus on developing high-value agricultural sector, which provides the greatest profits and, due to this fact, could become an important source of increasing income in the rural sector. This paper presents the results of economic calculations (performed by the authors) related to the amount of investments and terms of investment recovery (calculated per 1 hectare) for 47 high value agricultural crops (fruits and vegetables), as well as to the economic results of the operational activity of growing these crops (sales incomes, sale costs, gross profit, economic profitability). The authors developed cost budgets and their components for each crop. The presented calculation data will enable local entrepreneurs to select the correct crops based on the economic indicators and to deliberately invest the financial resources.

Key words: High value crops; Fruits; Vegetables; Production costs; Cost of sales; Gross profit; Profitability; Sales income.

Rezumat. Producătorii agricoli mici și medii din Republica Moldova sunt orientați spre dezvoltarea sectorului agricol de valoare înaltă, care oferă cele mai mari profituri și care, datorită acestui fapt, ar putea deveni o sursă importantă de majorare a veniturilor în sectorul rural. În această lucrare sunt prezentate rezultatele calculelor economice (efectuate de autori) privind suma investițiilor necesare și termenele de recuperare a investițiilor (în calcul la 1 ha) pentru 47 de culturi de valoare înaltă (fructe și legume) și estimările privind rezultatele economice din activitatea operațională la cultivarea acestor culturi (venituri din vânzări, costul vânzărilor, profitul brut, rentabilitatea economică). Autorii au elaborat pentru fiecare cultură bugetul costurilor și componența lor. Datele de calcul prezentate vor permite antreprenorilor autohtoni să selecteze corect culturile în baza indicilor economici și să investească în mod chibzuit resursele financiare.

Cuvinte-cheie: Culturi de valoare înaltă; Fructe; Legume; Costuri de producție; Costul vânzărilor; Profit brut; Rentabilitate; Venituri din vânzări.

INTRODUCERE

Transformarea sectorului agroalimentar al Republicii Moldova într-un sector modern, eficient și competitiv necesită investiții importante și susținere pe măsură din partea autorităților, în special prin intermediul politicilor agrare. Dezvoltarea sectorului horticol autohton este o cale practică de modernizare și diversificare a agriculturii și, totodată, o potențială sursă de venituri în spațiul rural. Fermierii autohtoni nu au acces la informații complexe (economice, tehnologice, marketing) privind sectorul agricol de valoare înaltă și întâmpină probleme la selectarea corectă a culturilor pentru cultivare în propria exploatație.

Scopul cercetării constă în elaborarea bugetelor și analiza economică comparativă a cultivării culturilor agricole de valoare înaltă. Rezultatul cercetărilor este crearea unui suport economic informațional referitor la cele mai importante culturi agricole de valoare înaltă, ceea ce ar permite antreprenorilor autohtoni și internaționali să selecteze corect culturile în baza indicilor economici și să investească argumentat resursele financiare.

În prezent, antreprenorii agricoli sunt orientați spre dezvoltarea agriculturii de valoare înaltă (AVÎ), care, în republica noastră este reprezentată de produsele horticole (fructe, legume, struguri, culturile etero-oleaginoase și produsele derivate ale acestora) (Donica, I., Rapcea, M. 2008). Rezultatul cercetărilor sunt actuale pentru toți actorii ce au tangență cu sectorul agricol de valoare înaltă, care suscită un interes deosebit de mare pentru dezvoltarea lui atât din partea antreprenorilor, cât și a donatorilor (finanțatorilor) din extern.

MATERIAL ȘI METODĂ

În calitate de surse pentru efectuarea cercetărilor au servit anualele statistice ale Republicii Moldova, datele Ministerului Agriculturii și Industriei Alimentare referitoare la evoluția sectorului agrar și, în special, a agriculturii de valoare înaltă, precum și literatura de specialitate. O altă sursă au constituit-o

cercetările pe teren, informațiile obținute de la producătorii agricoli (SRL „Viva-Igna”, GT „Cojocari Boris”, SRL „Ungureanca”, SRL „Vilora V.S.”, SRL „Dealul Ochiulbean”, GT „Darie Maria”, GT „Bobîrcă Gheorghe”, GT „Beiu Filip”, CÎ „Verifrukt”, GT „Gaina Alexandru”, GT „Cigolea Ecaterina” etc.). S-au analizat avantajele comparative ale cultivării culturilor agricole de valoare înaltă prin argumentarea economică a veniturilor și costurilor pentru 47 de culturi. În procesul de cercetare s-au utilizat următoarele metode: monografică, comparativă și regresia liniară.

Cercetările date au fost obținute în cadrul Proiectului Competitivitatea Agricolă și Dezvoltarea Întreprinderilor (ACED). Pentru fiecare cultură au fost elaborate modele financiare anuale și pentru plantațiile multianuale inclusiv bugete de investiții (perioada de vegetație). Analiza comparativă a datelor obținute au servit ca bază pentru elucidarea avantajelor cultivării culturilor agricole de valoare înaltă și formularea recomandărilor pentru producătorii agricoli.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Agricultura rămâne sectorul de bază al economiei naționale în Republicii Moldova, deoarece constituie 11,7% în structura PIB-ului și 50% din volumul exporturilor, antrenând circa 30% din populația activă a țării. Cu toate acestea, dinamica dezvoltării agriculturii se caracterizează prin instabilitate (fig. 1), producție de calitate compromisă, productivitate și venituri reduse, precum și prin lipsa unor priorități bine conturate în politicile sectorului.

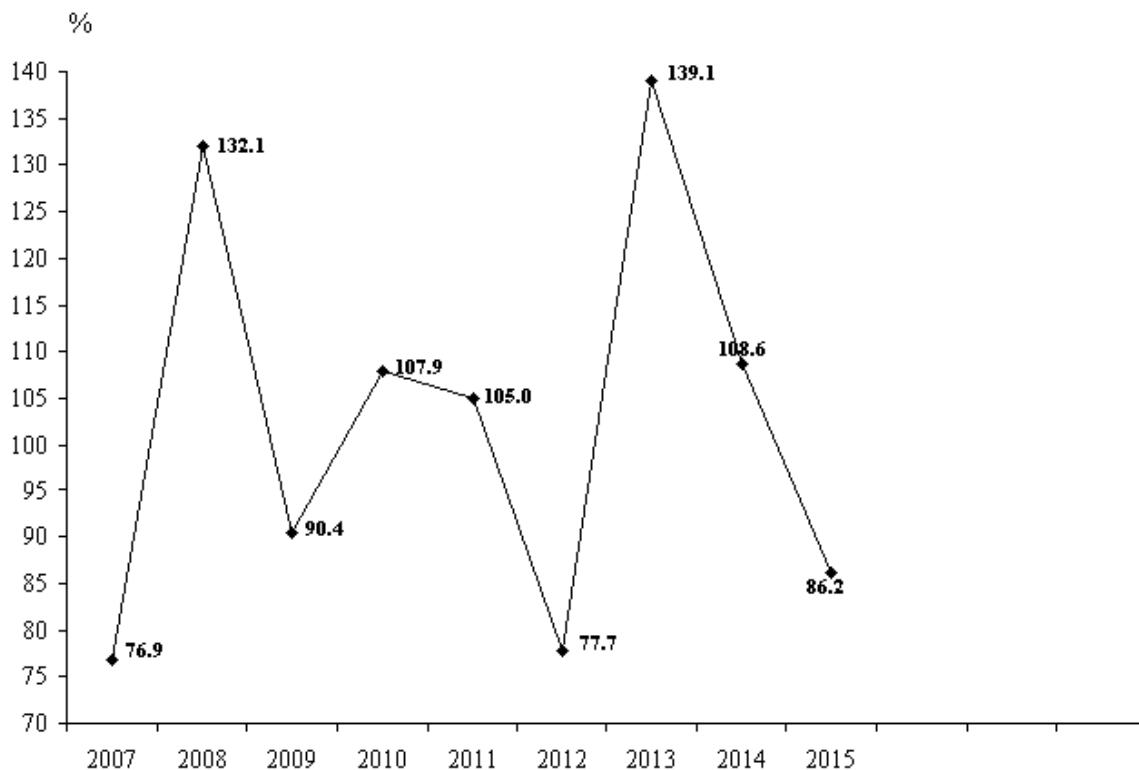


Figura 1. Indicii volumului producției agricole în anii 2007–2015 (în % față de anul precedent)

Sursa: Elaborată de autori în baza datelor Biroului Național de Statistică (Anuarele statistice 2007-2015)

În Republica Moldova, producătorii agricoli cultivă o gamă variată de culturi agricole. Exploatațiile agricole practică masiv producerea culturilor cerealiere și tehnice. Culturile tehnice se cultivă pe 1/5 din suprafețele însămânțate, ceea ce permite a obține circa 1/3 din toate veniturile din vânzări din sectorul fitotehnic.

În anul 2015, ponderea producției vegetale în volumul producției agricole globale a constituit 58% (în anul 2014 – 65%), unde cerealele și leguminoasele boabe reprezintă 20,4% (23,4%), culturile tehnice – 11,7% (14,9%), cartoful – 2,6% (3,7%), legumele – 6,3% (7,2%), fructele, nucile și pomuşoarele – 6,5% (5,4%), strugurii – 7,0% (6,1%). Producției animaleire i-au revenit 42%.

Situația în profil pe categorii de gospodărie arată că 37% din volumul producției globale agricole revin

întreprinderilor agricole, 16% – gospodăriilor țărănești (de fermier), 47% – gospodăriilor populației. Pondere înaltă a gospodăriilor populației în producția agricolă este determinată în special de cota importantă a producției animaliere în aceste gospodării (circa 72% din totalul de producție zootehnică pe țară).

În anul 2015, întreprinderile agricole au produs partea principală a volumului de sfeclă de zahăr și rapiță – câte 93%, tutun – 80%, cereale, leguminoase pentru boabe (exclusiv porumb) și soia – câte 75%, floarea-soarelui – 72%. Totodată 86% din volumul total de cartofi și legume, 77% de struguri, 75% de porumb pentru boabe, 96% de lapte, 63% de vite și păsări în masă vie și ouă au fost produse de gospodăriile populației și cele țărănești (de fermier).

Producția de valoare înaltă este o cale de obținere a profitului mai mare. Sectorul fructelor și legumelor constă din două subsectoare: sectorul produselor în stare proaspătă și cel al produselor procesate. Sectorul produselor procesate, la rândul său, cuprinde patru grupe majore de produse: conserve, uscate, congelate și sucuri. Producerea fructelor și legumelor pentru piață în stare proaspătă oferă cea mai înaltă valoare producătorilor agricoli, astfel fiind cea mai profitabilă, în cazul în care este asigurată calitatea înaltă a produsului pe tot parcursul lanțului valoric. Producerea fructelor și legumelor pentru industria de prelucrare oferă venituri mai mici fermierilor, dar și cerințele față de calitatea produsului sunt mai joase, astfel necesitând costuri de producție mai mici.

În tabelul de mai jos sunt prezentate rezultatele calculelor economice referitor la suma investițiilor, subvențiile posibil de obținut și termenii de recuperare a investițiilor la implementarea activităților de cultivare a produselor agricole de valoare înaltă (tab. 1).

În baza informațiilor prezentate în tabelul anterior, antreprenorii/fermierii pot lua decizii calitative referitoare la sectorul unde ar dori să investească. Totodată proprietarul trebuie să analizeze care va fi evoluția în dinamică a interesului consumatorului final, și anume dacă va crește, se va menține la același nivel sau se va micșora. Numai după aceste analize complexe trebuie de luat decizii de implementare privind sectoarele de producere care oferă mai puține riscuri și au un șir de avantaje comparativ cu alte activități agricole.

În figura de mai jos se propune spre analiză valoarea investițiilor necesare pentru cultivarea fructelor și legumelor pentru o unitate de suprafață (fig. 2).

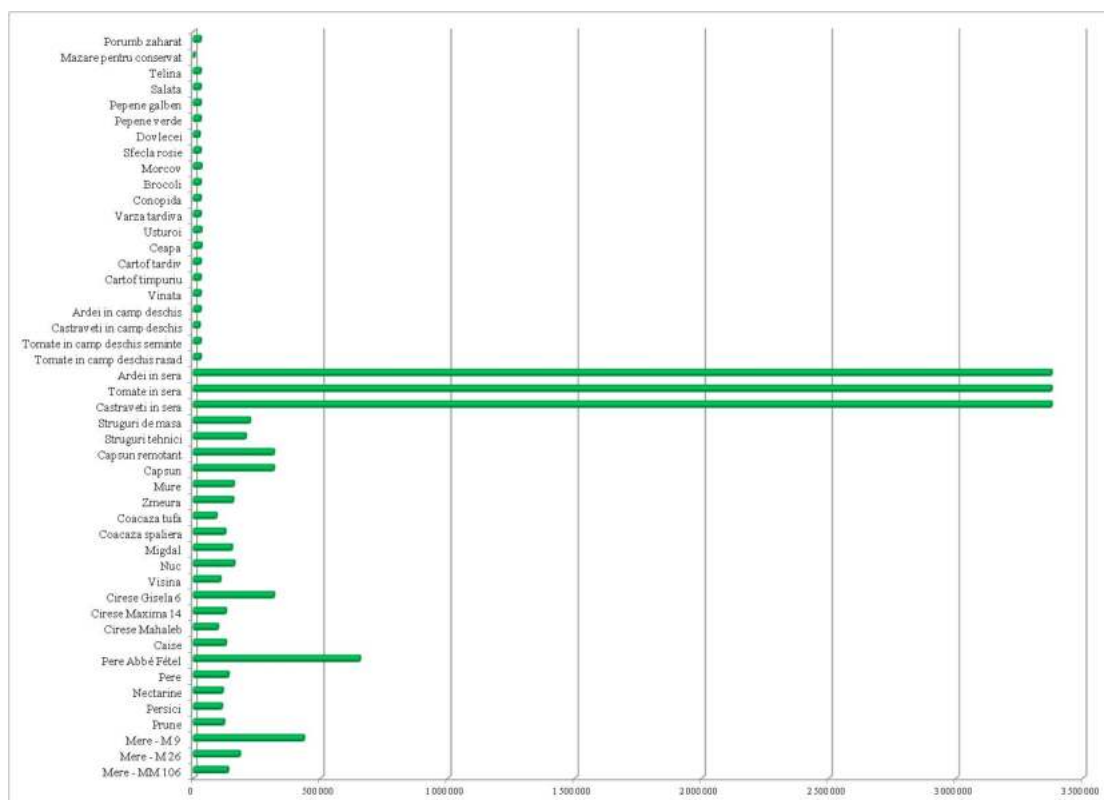


Figura 2. Analiza investițiilor necesare la cultivarea fructelor și pomușoarelor (suprafața 1 ha)
Sursa: Elaborată de autori în baza datelor în baza bugetelor de investiții [3, 4].

Tabelul 1. Estimarea investițiilor necesare și a termenului de recuperare la cultivarea culturilor agricole de valoare înaltă în Republica Moldova (în calcul la 1 hectar)

Nr. crt.	Specificare	Termenul de recuperare a investiției, ani	Recolta medie, t	Investiția necesară, lei	Subvențiile posibile, lei
1	2	3	4	5	6
1	Mere - MM 106	10,6	25,0	131 759	10 000
2	Mere - M 26	7,7	41,2	177 884	15 000
3	Mere - M 9	7,3	60,3	429 988	96 700
4	Prune	11,0	20,0	116 333	7 500
5	Persici	9,0	20,0	107 792	7 500
6	Nectarine	8,0	15,0	110 679	7 500
7	Pere	9,5	21,4	133 464	10 000
8	Pere Abbé Fétel	9,7	53,3	650 934	96 600
9	Caise	8,1	14,6	123 516	7 500
10	Cireșe Mahaleb	7,1	8,0	92 362	7 500
11	Cireșe Maxima 14	6,0	12,0	123 528	14 200
12	Cireșe Gisela 6	6,7	16,3	312 646	92 000
13	Vișine	6,9	12,0	101 784	7 500
14	Nuci	11,1	2,2	156 537	10 000
15	Migdal	7,9	1,6	147 247	10 000
16	Coacăză spaliere	2,5	6,0	120 979	66 700
17	Coacăză tufe	2,2	5,2	86 289	66 700
18	Zmeură	3,4	7,0	151 716	68 000
19	Mure	2,4	16,7	154 399	68 000
20	Căpșun	4,0	17,8	312 212	68 000
21	Căpșun remontant	3,1	23,7	312 212	68 000
22	Struguri tehnici	29,1	12,9	201 338	20 000
23	Struguri de masă	10,8	14,4	218 100	25 000
24	Castraveți în seră	4,8	104,6	3 372 000	1 340 000
25	Tomate în seră	4,2	153,8	3 372 000	1 340 000
26	Ardei în seră	4,1	76,9	3 372 000	1 340 000
27	Tomate în câmp deschis (răsad)	0,1	70,0	24 000	8 000
28	Tomate în câmp deschis (semințe)	0,2	60,0	24 000	8 000
29	Castraveți în câmp deschis	0,1	40,0	20 000	6 700
30	Ardei în câmp deschis	0,1	45,0	24 000	8 000
31	Vânăță	0,1	60,0	24 000	8 000
32	Cartof timpuriu	0,3	22,0	24 000	8 000
33	Cartof tardiv	0,3	38,0	24 000	8 000
34	Ceapă	0,2	50,0	27 000	10 800
35	Usturoi	0,1	12,0	27 000	10 800
36	Varză tardivă	0,3	80,0	24 000	8 000
37	Conopidă	0,2	25,0	24 000	8 000
38	Brocoli	0,2	22,0	24 000	8 000
39	Morcov	0,1	45,0	27 000	10 800
40	Sfeclă roșie	0,3	50,0	24 000	8 000
41	Dovlecei	0,5	50,0	20 000	8 000
42	Pepene verde	0,5	40,0	24 000	8 000
43	Pepene galben	0,4	30,0	24 000	8 000
44	Salată	0,2	20,0	24 000	8 000
45	Țelină	0,1	20,0	24 000	8 000
46	Mazăre pentru conservat	-	6,0	-	-
47	Porumb zaharat	0,5	24,0	24 000	8 000

Sursa: Calcululele autorilor în baza bugetelor de investiții [3, 4].

Analizând bugetul investițiilor, putem constata, că producerea legumelor în spații protejate necesită cele mai mari investiții, care sunt urmate de cultivarea plantațiilor multianuale.

În baza cercetărilor efectuate la elaborarea bugetelor de venituri și cheltuieli pentru 47 de culturi agricole de valoare înaltă, autorii au reușit să sistematizeze datele și să efectueze o analiză complexă a lor (tab. 2).

Tabelul 2. Estimarea rezultatelor economice din activitatea operațională la cultivarea culturilor agricole de valoare înaltă în Republica Moldova (în calcul la 1 hectar)

Nr. crt.	Specificare	Venituri din vânzări, lei	Costul vânzărilor, lei	Profit brut, lei	Rentabilitate economică, %	Calcul economic pentru 1 kg de producție		
						Prețul mediu de comercializare, lei	Costul unitar, lei	Profit brut, lei
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Mere - MM 106	75 500	49 177,7	26 322	53,5%	3,02	1,97	1,05
2	Mere - M 26	134 235	73 000,0	61 235	83,9%	3,26	1,77	1,49
3	Mere - M 9	223 778	121 996,2	101 782	83,4%	3,71	2,02	1,69
4	Prune	63 200	41 263,7	21 936	53,2%	3,16	2,06	1,10
5	Persici	72 000	39 077,8	32 922	84,2%	3,60	1,95	1,65
6	Nectarine	91 500	38 949,3	52 551	134,9%	6,10	2,60	3,50
7	Pere	92 143	42 734,0	49 409	115,6%	4,30	1,99	2,31
8	Pere Abbé Fétel	235 062	117 640,1	117 422	99,8%	4,41	2,21	2,20
9	Caise	99 167	42 722,5	56 444	132,1%	6,80	2,93	3,87
10	Cireșe Mahaleb	118 400	42 141,4	76 259	181,0%	14,80	5,27	9,53
11	Cireșe Maxima 14	170 400	62 645,8	107 754	172,0%	14,20	5,22	8,98
12	Cireșe Gisela 6	230 750	98 275,2	132 475	134,8%	14,20	6,05	8,15
13	Vișine	144 444	41 550,2	102 894	247,6%	12,04	3,46	8,57
14	Nuci	110 000	39 062,9	70 937	181,6%	50,00	9,77	40,23
15	Migdal	112 500	39 294,0	73 206	186,3%	70,00	11,00	59,00
16	Coacăză spaliere	172 800	64 937,7	107 862	166,1%	28,80	10,82	17,98
17	Coacăză tufe	149 760	57 345,6	92 414	161,2%	28,80	11,03	17,77
18	Zmeură	147 000	86 625,6	60 374	69,7%	21,00	12,38	8,62
19	Mure	306 667	91 573,8	215 093	234,9%	18,40	5,49	12,91
20	Căpșun	266 667	142 041,0	124 626	87,7%	15,00	7,99	7,01
21	Căpșun remontant	398 222	168 358,6	229 864	136,5%	16,80	7,10	9,70
22	Struguri tehnici	47 947	40 434,8	7 512	18,6%	3,72	3,14	0,58
23	Struguri de masă	83 778	50 676,8	33 101	65,3%	5,80	3,51	2,29
24	Castraveți în seră	999 077	578 409,5	420 667	72,7%	9,55	5,53	4,02
25	Tomate în seră	1 037 037	550 046,9	486 990	88,5%	6,74	3,58	3,17
26	Ardei în seră	1 038 462	538 280,4	500 181	92,9%	13,50	7,00	6,50
27	Tomate în câmp deschis răsad	233 800	119 249,6	114 550	96,1%	3,34	1,70	1,64
28	Tomate în câmp deschis semințe	138 889	65 417,4	73 471	112,3%	2,31	1,09	1,22
29	Castraveți în câmp deschis	206 000	70 203,0	135 797	193,4%	5,15	1,76	3,39
30	Ardei în câmp deschis	239 583	112 185,7	127 398	113,6%	5,32	2,49	2,83
31	Vânăță	260 000	95 934,8	164 065	171,0%	4,33	1,60	2,73
32	Cartof timpuriu	118 800	68 274,0	50 526	74,0%	5,40	3,10	2,30
33	Cartof tardiv	133 760	81 723,9	52 036	63,7%	3,52	2,15	1,37
34	Ceapă	150 000	72 117,2	77 883	108,0%	3,00	1,44	1,56
35	Usturoi	195 000	82 060,5	112 939	137,6%	16,25	6,84	9,41
36	Varză tardivă	124 000	75 024,3	48 976	65,3%	1,55	0,94	0,61
37	Conopidă	153 750	84 451,6	69 298	82,1%	6,15	3,38	2,77
38	Brocoli	170 500	76 250,3	94 250	123,6%	7,75	3,47	4,28
39	Morcov	185 400	66 776,1	118 624	177,6%	4,12	1,48	2,64
40	Sfeclă roșie	117 000	61 578,7	55 421	90,0%	2,34	1,23	1,11
41	Dovlecei	67 500	41 342,0	26 158	63,3%	1,35	0,83	0,52
42	Pepene verde	70 000	39 601,6	30 398	76,8%	1,75	0,99	0,76
43	Pepene galben	87 500	43 398,1	44 102	101,6%	2,92	1,45	1,47
44	Salată	198 000	96 476,8	101 523	105,2%	9,90	4,82	5,08
45	Țelină	230 000	105 075,2	124 925	118,9%	11,50	5,25	6,25
46	Mazăre pentru conservat	25 000	16 204,5	8 796	54,3%	4,17	2,70	1,47
47	Porumb zaharat	60 000	25 027,6	34 972	139,7%	2,50	0,42	2,08

Sursa: Calcululele autorilor în baza bugetelor de cultivare pentru perioada de fructificare [3, 4].

În continuare se analizează profiturile brute obținute la cultivarea plantațiilor multianuale pentru fructe și pomușoare de către fermieri (fig. 3).

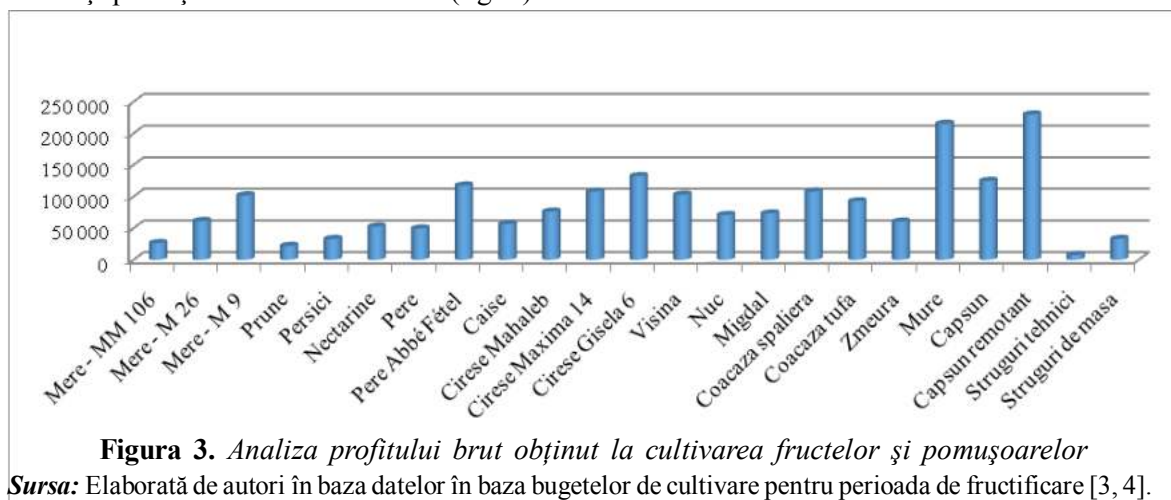


Figura 3. Analiza profitului brut obținut la cultivarea fructelor și pomușoarelor

Sursa: Elaborată de autori în baza datelor în baza bugetelor de cultivare pentru perioada de fructificare [3, 4].

Examinarea figurii ne permite să concluzionăm, că cultivarea pomușoarelor permite fermierilor să obțină cele mai înalte profituri brute (căpșun, mure), iar aplicarea tehnologiilor intensive și super-intensive în plantațiile multianuale asigură rezultate economice cele mai bune.

În figura de mai jos se analizează profiturile brute obținute la cultivarea legumelor atât în spații protejate cât și în câmp deschis (fig. 4).

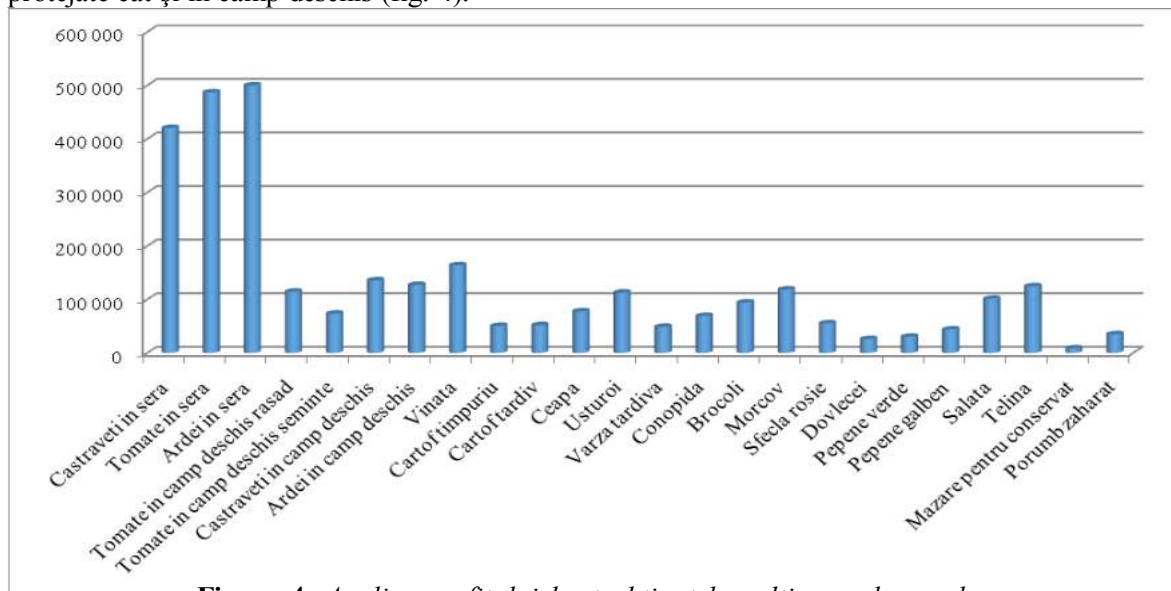


Figura 4. Analiza profitului brut obținut la cultivarea legumelor

Sursa: Elaborată de autori în baza datelor în baza bugetelor de cultivare pentru perioada de fructificare [3, 4].

Analizând datele figurii, conchidem, că producerea legumelor în spații protejate este cel mai profitabil, deoarece fermierul poate controla toți factorii de producere.

Concluzia principală formulată în baza rezultatelor și a analizelor economice comparative, atestă faptul că, în condițiile economiei de piață, exploatațiile agricole mici și medii (cu suprafața în limitele a 1-100 ha) trebuie să-și concentreze atenția la implementarea agriculturii intensive bazate pe tehnologii avansate, preponderent pe implementarea agriculturii de valoare înaltă și cu specializare îngustă / adâncă.

Rezultatele economice diferă considerabil la culturile agricole de valoare înaltă prin mărimea veniturilor din vânzări și a profitului brut obținut în dependență de nivelul de intensivitate. Analiza comparativă a datelor ne demonstrează o legitate: odată cu creșterea argumentată a nivelului de intensivitate sporește eficiența economică și rezultatele din activitatea operațională.

Elaborarea bugetelor de venituri și cheltuieli pentru culturile agricole de valoare înaltă au permis sistematizarea datelor privind costurile aferente și componența lor pe culturi (tab. 3).

Tabelul 3. *Bugetarea costurilor și componența lor la cultivarea culturilor agricole de valoare înaltă în Republica Moldova (în calcul la 1 hectar)*

Nr. crt.	Specificare	Costul vânzărilor, lei					
		total	inclusiv:				
			mijloace de producere	servicii mecanizate	operații manuale	alte costuri (inclusiv amortizări) și taxe	costuri neprevă- zute
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Mere - MM 106	49 177,7	16 836,4	4 943,2	14 784,3	8 143,0	4 470,7
2	Mere - M 26	73 000,0	18 456,4	6 531,4	22 292,9	19 082,9	6 636,4
3	Mere - M 9	121 996,2	20 256,4	7 905,9	35 151,8	47 591,6	11 090,6
4	Prune	41 263,7	11 260,4	3 605,1	14 879,7	7 767,2	3 751,2
5	Persici	39 077,8	8 880,7	3 758,0	13 460,1	9 426,5	3 552,5
6	Nectarine	38 949,3	9 240,7	3 507,6	11 663,1	10 997,0	3 540,8
7	Pere	42 734,0	9 264,0	3 521,9	15 120,2	10 943,0	3 884,9
8	Pere Abbé Fétel	117 640,1	12 684,0	6 936,8	36 885,7	50 439,0	10 694,6
9	Caise	42 722,5	5 568,3	2 709,4	14 783,9	15 777,1	3 883,9
10	Cireșe Mahaleb	42 141,4	5 055,7	2 375,9	18 742,5	12 136,3	3 831,0
11	Cireșe Maxima 14	62 645,8	6 675,7	3 655,8	25 732,5	20 886,7	5 695,1
12	Cireșe Gisela 6	98 275,2	9 195,7	4 599,3	34 999,5	40 546,5	8 934,1
13	Vișină	41 550,2	4 480,9	2 578,2	25 732,5	4 981,4	3 777,3
14	Nuc	39 062,9	6 746,3	2 329,0	14 827,5	11 609,0	3 551,2
15	Migdal	39 294,0	6 746,3	2 307,3	13 958,9	12 709,3	3 572,2
16	Coacăză spalier	64 937,7	8 600,1	10 904,3	17 572,7	21 957,2	5 903,4
17	Coacăză tufă	57 345,6	9 386,8	10 863,8	15 024,7	16 857,1	5 213,2
18	Zmeură	86 625,6	10 466,8	11 314,1	20 057,7	36 912,0	7 875,1
19	Mure	91 573,8	10 768,4	4 755,9	31 846,0	35 878,6	8 324,9
20	Căpșun	142 041,0	9 736,1	6 283,3	24 662,7	88 446,1	12 912,8
21	Căpșun remontant	168 358,6	13 219,7	6 856,0	35 462,7	97 515,0	15 305,3
22	Struguri tehnici	40 434,8	9 484,6	3 016,2	15 102,0	9 156,1	3 675,9
23	Struguri de masă	50 676,8	12 254,4	3 388,3	18 581,8	11 845,3	4 607,0
24	Castraveți în seră	578 409,5	149 488,8	18 439,7	90 220,7	267 677,6	52 582,7
25	Tomate în seră	550 046,9	175 793,3	23 837,7	78 751,7	221 660,0	50 004,3
26	Ardei în seră	538 280,4	131 576,0	15 242,9	68 413,7	274 113,3	48 934,6
27	Tomate în câmp deschis răsad	119 249,6	67 557,1	10 784,0	22 096,0	7 971,7	10 840,9
28	Tomate în câmp deschis semințe	65 417,4	29 304,3	8 520,1	17 936,0	3 710,0	5 947,0
29	Castraveți în câmp deschis	70 203,0	24 541,0	7 081,0	18 900,0	13 298,9	6 382,1
30	Ardei în câmp deschis	112 185,7	67 691,2	9 100,0	21 485,8	3 710,0	10 198,7
31	Vânăta	95 934,8	51 972,1	9 239,4	22 292,0	3 710,0	8 721,3
32	Cartof timpuriu	68 274,0	41 505,7	5 840,7	10 102,0	4 618,9	6 206,7
33	Cartof tardiv	81 723,9	49 530,0	7 738,6	12 952,5	4 073,4	7 429,4
34	Ceapă	72 117,2	28 277,0	7 623,4	20 523,0	9 137,7	6 556,1
35	Usturoi	82 060,5	41 416,2	5 434,7	17 103,6	10 646,0	7 460,0
36	Varză tardivă	75 024,3	38 729,9	10 000,5	14 700,0	4 773,4	6 820,4
37	Conopidă	84 451,6	49 505,0	8 550,1	13 296,0	5 423,0	7 677,4
38	Brocoli	76 250,3	42 530,6	8 080,4	10 803,0	7 904,5	6 931,8
39	Morcov	66 776,1	20 561,2	7 009,6	19 986,5	13 148,2	6 070,6
40	Sfeclă roșie	61 578,7	22 675,9	7 375,1	18 561,5	7 368,2	5 598,1
41	Dovlecei	41 342,0	12 637,0	6 591,4	13 250,0	5 105,3	3 758,4
42	Pepene verde	39 601,6	15 201,2	6 444,8	9 068,0	5 287,5	3 600,1
43	Pepene galben	43 398,1	18 202,1	5 762,7	11 778,0	3 710,0	3 945,3
44	Salată	96 476,8	42 874,3	8 667,6	26 378,0	9 786,4	8 770,6
45	Țelină	105 075,2	59 181,2	8 515,0	15 524,0	12 302,7	9 552,3
46	Mazăre pentru conservat	16 204,5	8 808,5	4 533,7	79,2	1 310,0	1 473,1
47	Porumb zaharat	25 027,6	10 138,8	3 752,1	3 022,2	5 839,3	2 275,2

Sursa: Calculele autorilor în baza bugetelor de cultivare pentru perioada de fructificare [3, 4].

Agricultura autohtonă are rezerve considerabile în ceea ce privește creșterea volumului producției de legume și fructe pentru asigurarea necesităților interne și a volumului pentru export de vreme ce există o cerere și premise de creștere continuă atât pe piața internă, cât și pe cele internaționale. Dezvoltarea afacerilor agricole trebuie să se bazeze pe competitivitatea producției și asigurarea calității / cerințelor de marketing în conformitate cu solicitările consumatorului final. Condițiile economiei de piață impun producătorilor agricoli să-și orienteze activitatea prin practicarea afacerilor care se încadrează și respectă următoarele aspecte importante: implementarea tehnologiilor moderne și intensive, dezvoltarea lanțului valoric pe produs, combinarea agriculturii de valoare înaltă (agricultură comercială) cu cea de subzistență (agricultură extensivă), dezvoltarea infrastructurii de marketing, asocierea în organizații profesionale pe interese și pe produse omogene și cooperarea pentru promovarea și cucerirea de noi piețe avantajoase etc.

Agricultura moldovenească se va revitaliza și se va dezvolta numai în cazul în care producătorii agricoli se vor conforma și vor practica o agricultură durabilă pentru toate sectoarele, inclusiv pentru sectorul horticul.

CONCLUZII

Cercetările și investigațiile efectuate în sectorul agriculturii de valoare înaltă ne-au permis să conchidem următoarele:

1. Recomandarea practică – aplicativă pentru exploatațiile agricole mici și medii constă în practicarea agriculturii comerciale, deoarece este unica soluție de dezvoltare eficientă și durabilă în condițiile economiei de piață.

2. Agricultorii trebuie să implementeze tehnologii moderne și să asigure intensivitate la cultivarea fructelor și legumelor – direcție prioritară pentru a asigura competitivității pe piețele regionale și cele de export.

3. Producerea legumelor și fructelor / pomușoarelor permite obținerea celor mai înalte profituri și prezintă un potențial important pentru sporirea veniturilor micilor fermieri și diversificarea surselor de venit în spațiul rural.

4. Important pentru micii producători - sunt absolut necesare identificarea și promovarea metodelor de asociere a producătorilor agricoli pentru irigarea culturilor (în special a legumelor și pomușoarelor), aprovizionarea cu mijloace de producere și prestarea / beneficierea de servicii agricole în comun.

5. Cooperarea producătorilor se impune la omogenizarea tehnologiilor și calității orientate la formarea loturilor în cantități industriale și comercializarea lor la prețuri avantajoase.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. Anuarele statistice ale Republicii Moldova pe anii 2007-2015.
2. DONICĂ, I., RAPCEA, M., DONICĂ, A., MLADINOI, V. (2008). Contribuții la renovarea ramurii pomiculturii în Republica Moldova: monografie. Chișinău. 190 p.
3. GHENA, N., BRANIȚE, N., STĂNICĂ, F. (2010). Pomicultura generală. 562 p. ISBN 978-973-1886-24-4.
4. MAZILU, C., DUU, I., coord. (2014). Ghidul pepinieristului pomicultor. 68 p. ISBN 978-973-1886-91-6.
5. SUMEDREA, D., ISAC, I., IANCU, M., OLTEANU, A., COMAN, M., DUU, I., coord. (2014). Pomi, arbuști fructiferi, căpșun: ghid tehnic și economic. Pitești. 284 p. ISBN 978-973-1886-82-4.
6. ZBANCĂ, A. Elaborarea bugetelor generice pentru afaceri în domeniul agriculturii de valoare înaltă: ghid informative. Proiectul Competitivitatea Agricolă și Dezvoltarea Întreprinderilor (ACED), Contractul: AID-117-C-11-00001, Chișinău 2013-2014.

Data prezentării articolului: 29.11.2016

Data acceptării articolului: 23.01.2017