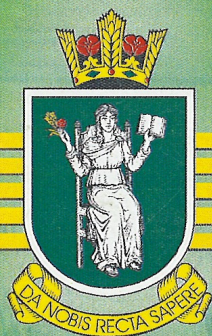


63 (05)
\$ 85



Știința Agricolă

AGRICULTURAL SCIENCE

nr. **2**
2020

ISSN 1857-0003 (print)
ISSN 2587-3202 (electronic)

Fondatori:

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Institutul de Tehnică Agricolă „MECAGRO”

Redactor-șef
Liviu VOLCONOVICI,

doctor habilitat, profesor universitar

Redactor-șef adjunct
Ilie CERCEL

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Colegiul de redacție

Boris GĂINĂ

doctor habilitat, academician al AȘM (Republica Moldova)

Valerian BALAN

Doctor Habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Iurie MELNIC,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Grigore MARIAN

Doctor Habilitat, profesor universitar (Republica Moldova)

Vladimir BAUTIN,

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

Tlektes ESPOLOV,

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

Serghei KORLIUK,

doctor habilitat, profesor universitar (Ucraina)

Arshaluys Poghos TARVERDYAN,

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

Seyit AYDIN,

doctor, profesor universitar (Turcia)

Sezgin AYAN,

doctor, profesor universitar (Turcia)

Vasile VÎNTU,

doctor, profesor universitar (România)

Gerard JITĂREANU,

doctor, profesor universitar (România)

Radu SESTRAS,

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)

Iachim GUMANIUC,

doctor, conferențiar universitar (Republica Moldova)

Vladimir GOROBET,

doctor, profesor universitar (Republica Moldova)

Ion BACEAN,

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

Oxana HARITON

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 (Republic of Moldova)

Deputy Editor-in-chief
Ilie CERCEL,

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

Editorial Board

Boris GAINA,

Doctor Habilitatus, Academician of the Academy of Sciences of Moldova (Republic of Moldova)

Valerian BALAN

Doctor Habilitatus, Professor (Republic of Moldova)

Iurie MELNIC,

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

Grigore MARIAN

Doctor Habilitat, profesor universitar (Republica 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)

Seyit AYDIN, Ph. D., Professor (Turkey)

Sezgin AYAN, Ph. D., Professor (Turkey)

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)

Iachim GUMANIUC,

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

Oxana HARITON

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 2587-3202 (electronic)

ISSN 1857-0003 (print)

<http://www.sa.uasm.md>

AGRICULTURAL SCIENCE

ȘTIINȚA AGRICOLĂ

**Nr. 2
2020**

Chișinău 2020

CUPRINS

<i>Vasile PLĂMĂDEALĂ, Ludmila BULAT, Alexandru RUSU</i> Model tehnologic de valorificare ca îngrășământ a nămolului orășenesc tratat și deshidratat în geotuburi	3
<i>Олег ГАВРИШКО, Юрий ОЛИФЕР,</i> <i>Анна ГАБРИЕЛЬ, Татьяна ПАРТИКА</i> Корреляционная связь гумуса с агрохимическими показателями светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы Западной Лесостепи Украины	10
<i>Turan KARADENİZ, Fadil ÖZTÜRK, Emrah GÜLER, Tuba BAK</i> Pomological and phenological characteristics of local sweet cherry varieties (<i>Prunus avium</i> L.) grown in Çanakçı (Giresun, Türkiye)	18
<i>Ananie PEȘTEANU, Andrei CUMPANICI, Andrei LOZAN</i> Influența produselor pe bază de 1-NAD și 1-NAA asupra calității fructelor de cireș din soiul Regina în sistemul superintensiv de cultură	25
<i>Svetlana BACAL, Galina BUȘMACHIU, Daniela BURDUJA</i> Observații asupra viermelului vestic al rădăcinilor de porumb (<i>Diabrotica virgifera</i> <i>virgifera</i> Le Monte, 1868) în Republica Moldova	35
<i>Mihai TĂLMACIU, Nela TĂLMACIU, Monica HEREA,</i> <i>Nichita CROITORU, Sergiu PANUȚA</i> Cercetări asupra populației de carabide din plantațiile pomiceole de măr în funcție de agrotehnica aplicată	41
<i>Фарман ГУЛИЕВ, Лала ГУСЕЙНОВА</i> Современные фунгициды для интегрированных систем защиты гранатовых кустов от комплекса фитопатогенов в западной части Азербайджана	50
<i>Елена КИРИЧЕНКО, Анастасия ПАВЛИЩЕ,</i> <i>Светлана ОМЕЛЬЧУК, Алла ЖЕМОЙДА, Сергей КОЦЬ</i> Физиологические аспекты ответа соево-ризобияльного симбиоза на действие фунгицидов Стандак Топ и Февр	59
<i>Оксана ВАШИШИН, Галина БИЛОВУС,</i> <i>Катерина ЯЦУХ, Антон ШУВАР</i> Иммунологический мониторинг сортообразцов льна на устойчивость к антракнозу в условиях Западной Лесостепи Украины	73
<i>Елена ПОНОМАРЁВА</i> Реакция конского каштана обыкновенного (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) на омолаживающую обрезку в городских условиях степной зоны Украины	79
<i>Andrei GHEORGHITA</i> Influența unghiului de inclinare a tubului de conducere și a vitezei aerului asupra fluxului de semințe dozate de aparatele cu cilindru canelat	85
<i>Grigore MARIAN, Alexandru BANARI, Andrei GUDÎMA,</i> <i>Nicolae DARADUDA, Andrei PAVLENCO</i> Caracterizarea reziduurilor provenite din lanțul de producere a cătinii albe	91
<i>Алла КИРСАНОВА, Олорин ВОЛКОНОВИЧ,</i> <i>Корина ГУЦУ-КЕТРУШКА</i> <i>Елена СКРИПНИК, Ина ВОЛКОНОВИЧ</i> Проверка гипотезы статистической неразличимости среднесуточных значений скоростей ветра агроклиматических зон Приднестровья	97
<i>Сергей ЧЕРНОБРИСОВ, Феликс БУРМЕНКО, Анатолий ДИМОГЛО</i> Автоматизированная экспериментальная установка для исследования и разработки газодизельных двигателей внутреннего сгорания	103
<i>Sergiu DIDORUC, Valeriu ENCIU</i> Schimbările periodice ale parametrilor morfometrici ai aparatului reproductiv la iepuroaice	112
<i>Nicolae NAFORNIȚA, Ilie CERCEL</i> Parazitoteze hepatice ca factori declanșatori ai coleditiizei la ovine	119
<i>Eugeniu VOINIȚCHI</i> Efectul produsului Sel-Plex asupra performanțelor de creștere și a indicilor sangvini la puii Argintii de Adler	126
<i>Виктория ЛЕВИЦКАЯ, Андрей МУШИНСКИЙ</i> Влияние сельскохозяйственной деятельности человека на плотность иксодовых клещей	132
<i>Elena HUMINSKAYA, Tatsiana LUPALAVA, Khairi El BATTAWY,</i> <i>Vitalii PETCU, Mikalai LOBAN</i> Reproductive performance of Belarusian cows (Black Motley) with emphasis on the influence of some drugs on endometritis	139
<i>Semyon BIBIKOV, Sergii SHAPOVALOV, Elena KORNILOVA</i> Application of FT-NIR spectroscopy for evaluation of feeds digestibility by analysis of feces chemical composition	149
<i>Игорь ДУШАРА, Наталия ФЕДАК</i> Фрагменты рубцового брожения у дойных коров на фоне скармливания разных видов силосов	154

CONTENTS

<i>Vasile PLAMADEALA, Ludmila BULAT, Alexandru RUSU</i> Technological model of utilization as fertilizer of urban sludge treated and dehydrated in geotubes	3
<i>Oleg HAVRYSHKO, Yuriy OLIFIR,</i> <i>Anna HABRYEL, Tatyana PARTYKA</i> Correlation between humus and agrochemical parameters of light gray forest surface-gleyed soil of the Western Forest-Steppe of Ukraine	10
<i>Turan KARADENİZ, Fadil ÖZTÜRK, Emrah GÜLER, Tuba BAK</i> Pomological and phenological characteristics of local sweet cherry varieties (<i>Prunus avium</i> L.) grown in Çanakçı (Giresun, Türkiye)	18
<i>Ananie PEȘTEANU, Andrei CUMPANICI, Andrei LOZAN</i> The influence of the products based on 1-NAD and 1-NAA on the quality of sweet cherry fruits of Regina variety in a superintensive culture system	25
<i>Svetlana BACAL, Galina BUSMACHIU, Daniela BURDUJA</i> Observations on the Western Corn Rootworm (<i>Diabrotica virgifera</i> <i>virgifera</i> Le Conte, 1868) in the Republic of Moldova	35
<i>Mihai TALMACIU, Nela TALMACIU, Monica HEREA,</i> <i>Nichita CROITORU, Sergiu PANUTA</i> Researches on carabid populations from apple plantations depending on the applied agrotechnical measure	41
<i>Farman GULIEV, Lala GUSEYNOVA</i> Modern fungicides for integrated protection systems of pomegranate bushes against a complex of phytopathogens in the western region of Azerbaijan	50
<i>Elena KIRICHENKO, Anastasia PAVLISHCHE,</i> <i>Svetlana OMELCHUK, Alla ZHEMOYDA, Sergey KOTS</i> Physiological aspects of the response of soybean-rhizobium symbiosis to the action of the fungicides Standak Top and Fever	59
<i>Oksana VASHCHISHIN, Galina BILOVUS,</i> <i>Katerina YATSUH, Anton SHUVAR</i> Immunological monitoring of flax varietal samples for their resistance to anthracnose in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine	73
<i>Elena PONOMARYOVA</i> Response of the horse chestnut trees (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) to rejuvenation pruning in urban conditions of the Steppe zone of Ukraine	79
<i>Andrei GHEORGHITA</i> Influence of seed tube inclination angle and air velocity on the seed flow dosed by devices with fluted roller	85
<i>Grigore MARIAN, Alexandru BANARI, Andrei GUDIMA,</i> <i>Nicolae DARADUDA, Andrei PAVLENCO</i> Characterization of residues proceeding from sea buckthorn production chain	91
<i>Alla CHIRSANOVA, Onorin VOLCONOVICI,</i> <i>Corina GUTU-KETRUSHKA</i> <i>Elena SCRIPNIC, Ina VOLCONOVICI</i> Testing the hypothesis of statistical indistinguishability of average daily wind speeds in agroclimatic zones of Transnistria	97
<i>Sergiy CHERNOBRISOV, Felix BURMENKO, Anatoly DIMOGLO</i> Automated experimental unit for research and development of gas-diesel internal combustion engines	103
<i>Sergiu DIDORUC, Valeriu ENCIU</i> Periodical changes of morphometric parameters of reproductive system in female rabbits	112
<i>Nicolae NAFORNIȚA, Ilie CERCEL</i> Hepatic parasitoses as triggering factors of cholelithiasis in sheep	119
<i>Eugeniu VOINITCHI</i> Effect of Sel-Plex product on growth performances and blood indices in Adler silver chickens	126
<i>Victoria LEVITSKAYA, Andrey MUSHINSKY</i> Influence of human agricultural activity on the density of ixodid ticks	132
<i>Elena HUMINSKAYA, Tatsiana LUPALAVA, Khairi El BATTAWY,</i> <i>Vitalii PETCU, Mikalai LOBAN</i> Reproductive performance of Belarusian cows (Black Motley) with emphasis on the influence of some drugs on endometritis	139
<i>Semyon BIBIKOV, Sergii SHAPOVALOV, Elena KORNILOVA</i> Application of FT-NIR spectroscopy for evaluation of feeds digestibility by analysis of feces chemical composition	149
<i>Igor DUSHARA, Natalya FEDAK</i> Fragments of rumen fermentation in milk cows associated with feeding different types of silages	154

DOI: 10.5281/zenodo.4320001

CZU: 631.873.1

MODEL TEHNOLOGIC DE VALORIFICARE CA ÎNGRĂȘĂMÂNT A NĂMOLULUI ORĂȘENESC TRATAT ȘI DESHIDRATAT ÎN GEOTUBURI

Vasile PLĂMĂDEALĂ, Ludmila BULAT, Alexandru RUSU

Abstract. The article reflects the key points on the use of dehydrated urban sludge in geotubes as organic fertilizer in agriculture. The technological model was developed based on the results of the testing the urban sludge from geotubes during the 2011 – 2019 yrs. In field experiments, on leached chernozem with clay loam texture, two application doses were tested – 18 and 36 t/ha calculated based on the nitrogen quantity applied with these doses – 170 kg and 340 kg N/ha. The chemical composition shows that urban sludge is an important source of organic matter and nutrients and is characterized as a complex organic fertilizer containing all biophilic elements. Compared to bovine manure with bedding (conventional), urban sludge from geotubes contains two times more nitrogen, three times more phosphorus and about 20% more organic matter. The application of 20 t/ha of sludge during eight years ensured a specific annual income per ton of sludge of 81 MDL. The specific income spent per 1 MDL was about 1.24 MDL.

Key words: Urban sludge; Geotubeș; Dehydration; Chemical composition; Fertilizer application; Efficiency.

Rezumat. În articol sunt reflectate principalele aspecte privind utilizarea nămolului orășenesc deshidratat în geotuburi în calitate de fertilizant organic în agricultură. Modelul tehnologic a fost întocmit în baza rezultatelor testării nămolului orășenesc din geotuburi în perioada anilor 2011–2019. În experiențe de câmp, pe cernoziom levigat cu textură luto-argiloasă, s-au experimentat două doze de încorporare – 18 și 36 t/ha, fiind calculate în baza cantității de azot ce s-a aplicat odată cu aceste doze – 170 kg și 340 kg N/ha. Compoziția chimică demonstrează că nămolul orășenesc este o sursă importantă de materie organică și elemente nutritive și poate fi caracterizat drept un îngrășământ complex, care conține toate elementele biofile. Comparativ cu gunoiul de bovine cu așternut (convențional), nămolul orășenesc din geotuburi conține de două ori mai mult azot, de trei ori mai mult fosfor și cu circa 20% mai multă materie organică. Aplicarea a 20 t/ha de nămol pe un interval de 8 ani a asigurat un venit specific de 81 lei la o tonă de nămol. Venitul specific pentru 1 leu cheltuit a constituit 1,24 lei.

Cuvinte-cheie: Nămol orășenesc; Geotuburi; Deshidratare; Compoziție chimică; Fertilizare; Eficiență.

INTRODUCERE

Principalul act normativ al Uniunii Europene care reglementează gestionarea nămolului de la stațiile de epurare, atunci când este vorba de utilizarea acestora în agricultură, este directiva 86/278/CEE din 12 iunie 1986. În Republica Moldova, problema nămolului de epurare face obiectul Hotărârii Guvernului nr. 1157 din 13 octombrie 2008 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Măsurile de protecție a solului în cadrul practicilor agricole”. Nămolul orășenesc provenit de la stațiile de epurare este recunoscut mai mult ca material poluant și mai puțin ca sursă de elemente nutritive, cu efect benefic asupra solului și producției vegetale. Nămolul de la diferite stații are o compoziție chimică foarte complexă determinată de sectoarele și activitățile din care provine.

Utilizarea în agricultură reprezintă metoda principală de degajare a nămolului orășenesc și o formă de punere în valoare a conținutului de materie organică și elemente nutritive din acesta. Pentru a diminua efectul poluant al nămolului ce se va folosi în agricultură și pentru a valorifica la maximum elementele nutritive pe care le conține, este necesar ca aceste mase reziduale să fie tratate în mod corespunzător. Nămolul trebuie aplicat numai pe soluri adecvate, în dozele și epocile stabilite, la un anumit sortiment de culturi recomandate, asigurându-se un control adecvat al calității factorilor de mediu (Leonard, I. et al. 2007; Mihalache, M. et al. 2006).

La stabilirea dozelor de nămol ce pot fi aplicate pe terenurile agricole se vor lua în calcul conținutul de azot total, conținutul de metale grele, precum și necesarul de elemente nutritive al speciei cultivate. Ultimul factor este relativ, având în vedere că mărirea excesivă a dozelor de nămol poate conduce la creșterea conținutului de metale grele în sol și plante (Lixandru, Gh., Filipov, F. 2012). Ținând cont de rezultatele studiilor realizate, precum și de legislația în vigoare referitoare la utilizarea nămolului, se recomandă ca modernizarea stațiilor de epurare să cuprindă și tehnologia de tratare în vederea valorificării acestuia în agricultură.

Scopul lucrării de față constă în stabilirea punctelor-cheie în valorificarea nămolului orășenesc ca îngrășământ în agricultură pentru sporirea fertilității solului și productivității culturilor agricole.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate în perioada 2011–2019. Experiențele au fost fondate la Stațiunea Experimentală a Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, situată în comuna Ivancea, raionul Orhei, pe cernoziom levigat cu textură luto-argiloasă. Conținutul de humus în sol a fost de 3,8-4,0%, fosforul mobil a constituit 18-20 ppm (după metoda Macighin), potasiul schimbabil – 270 ppm, pH-ul – 6,7 și aciditatea hidrolitică – 26,5 me/kg. Ca material de studiu a servit nămolul orășenesc deshidratat în geotuburi (cu termenul de stocare mai mare de un an) de la stația de epurare a apelor uzate din municipiul Chișinău. Pentru testarea influenței nămolului orășenesc asupra creșterii plantelor și modificării însușirilor solului s-au efectuat experiențe de câmp. S-au experimentat două doze de încorporare – 18 și 36t/ha, fiind calculate în baza cantității de azot ce s-a aplicat odată cu aceste doze – 170 kg și 340 kg N/ha.

Nămolul folosit în experiență avea următoarea compoziție chimică: pH – 7,05; umiditate – 46,4%; materie organică – 15,1%; azot total – 0,93%; P₂O₅ total – 1,00%; K₂O total – 0,29%; N-NH₄ – 606 ppm; P₂O₅ – 1450 ppm. Raportul C:N = 12:1. Nămolul a fost aplicat toamna, înainte de efectuarea arăturii.

Analiza nămolului orășenesc s-a efectuat după următoarele metode: umiditatea – GOST 26713-85; materia organică – GOST 27980-88; azotul total – GOST 26715-75; fosforul total – GOST 26717-85; potasiul total – GOST 26718-85; N-NO₃ – după Grandval-Leaju; N-NH₄ – GOST 26716-85. Modelul tehnologic a fost elaborat în urma totalizării rezultatelor științifice obținute și publicate în revistele și culegerile periodice (Plămădeală, V. et al. 2013ab, 2017).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Anual, în Republica Moldova se formează circa 70 mii tone de nămol orășenesc calculat la umiditatea de 50%. Jumătate din această cantitate se acumulează în municipiul Chișinău, unde, pe parcursul ultimilor 8-9 ani, s-a implementat o tehnologie nouă de deshidratare a nămolului prin geotuburi, în această perioadă fiind acumulate circa 550 mii tone. Geotuburile reprezintă niște saci gigantiști, confecționați din material semipermeabil, în care se pompează apele de canalizare. Prin pereții geotuburilor se poate scurge, prin osmoză inversă, apa, nu însă și particulele solide. Datorită substanțelor floculante ce se adaugă, particulele se coagulează, intensificându-se procesul de cedare și separare a apei de fracția solidă.

Principalele etape de prelucrare a nămolului evacuat din geotuburi. Nămolul tratat și deshidratat în geotuburi, cu umiditatea de 78-82%, se transportă în perioada rece a anului la depozitul de fermentare, unde este stocat pentru nu mai puțin de 12 luni. În acest răstimp, umiditatea lui scade la 55-65%, fapt ce-i acordă proprietăți tehnologice convenabile pentru a fi distribuit cu mașinile de împrăștiat îngrășăminte organice solide.

Caracteristica nămolului din geotuburi. În comparație cu tehnologia tradițională, perioada de deshidratare prin metoda geotuburilor este de circa 18 ori mai redusă. Conținutul carbonului și al fosforului total se micșorează astfel de circa 2,0-2,3 ori, iar azotul și potasiul total rămân la același nivel. La vărsarea în geotuburi, apele de canalizare conțin circa 96% umiditate. După 40-45 de zile conținutul umidității scade la 78-82%. Transportarea nămolului deshidratat din geotuburi la depozitul de fermentare se efectuează anual, în lunile decembrie-martie.

Compoziția chimică demonstrează ca nămolul orășenesc este o sursă importantă de materie organică pentru sol și de elemente nutritive pentru plantele agricole. El este foarte bogat în azot total (0,83%), dar mai cu seamă în fosfor – element foarte deficitar pentru sol și agricultură. Conținutul fosforului total, calculat la masa cu umiditate naturală de circa 60%, este de 0,99%, cu o variație de la 0,94 la 1,05%. Nămolul orășenesc are un conținut foarte scăzut de potasiu și sodiu, de aceea el nu poate reprezenta o sursă de îmbogățire a solului cu aceste elemente (Tab.1). În comparație cu alte deșeuri organogene, nămolul orășenesc conține diverse metale grele. Multe dintre acestea sunt necesare plantelor ca microelemente nutritive, iar lipsa lor pe solele cu agricultură intensivă conduce la diminuarea cantitativă și calitativă a recoltelor. Astfel, nămolul orășenesc se caracterizează ca un îngrășământ complex, cu toate elementele biofile necesare. Comparativ cu gunoiul de bovine cu așternut, care este acceptat ca îngrășământ organic

etalon, nămolul orășenesc din geotuburi conține, la aceeași umiditate, de peste două ori mai mult azot, de trei ori mai mult fosfor și cu 20% mai multă materie organică.

Tabelul 1. *Compoziția chimică a nămolului orășenesc din mun. Chișinău deshidratat prin geotuburi, raportată la masa cu umiditate naturală*

Ingredientul, unitatea de măsură	Conținutul depistat		
	mediu	minim	maxim
pH	7,4	7,1	7,8
Umiditatea, %	65,1	45,4	81,5
Substanță organică, %	17,4	13,6	21,1
Cenușă, %	21,8	10,1	33,5
Carbon, %	8,7	6,8	10,6
Azot total, %	0,83	0,69	0,96
N-NO ₃ , mg/100 g	3,90	2,41	6,41
N-NH ₄ , mg/100 g	63,2	30,2	71,1
Fosfor total, %	0,99	0,94	1,05
Fosfor mobil (P ₂ O ₅), mg/100 g	146	125	168
Potasiu total, %	0,29	0,20	0,38
Calciu total, %	2,07	1,86	2,27
Magneziu total, %	0,49	0,14	0,85
Sulf total, %	0,34	0,15	0,52
Sodiu total, %	0,02	0,01	0,04

Încărcătura nămolului cu metale grele. Conținutul de metale grele din nămolul orășenesc, deși mare în comparație cu alte îngrășăminte organice, este într-un raport relativ optimal față de azot și necesitățile plantelor. Dintre elementele benefice pentru culturi se remarcă manganul, borul, molibdenul și zincul. Alte elemente, ca nichelul, cobaltul, cuprul, cromul, se găsesc în cantități ce depășesc necesitățile plantelor de 37-65 ori, comparativ cu conținutul în azot al nămolului, iar cele precum arsenul, cadmiul, mercurul, plumbul sunt vădit toxice pentru plante.

Necesitatea în timp a nămolului și a solului tratat cu acesta. După compoziția sa chimică, nămolul orășenesc de la stațiile de epurare ale apelor uzate din Republica Moldova nu depășește concentrațiile maxime admise stabilite prin Hotărârea Guvernului nr. 1157/2008 (Tab. 2). Utilizarea nămolului se va realiza de fiecare dată cu analiza sa chimică preventivă, precum și a solului tratat, în vederea monitorizării dinamicii conținutului de elemente biofile și metale grele.

Tabelul 2. *Conținutul mediu și concentrațiile maxime admise (CMA) ale formelor totale de metale grele în nămolul orășenesc și în solurile Republicii Moldova, mg/kg masă uscată*

Specificarea indicatorilor	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Cr	Co	Mn
Conținutul mediu în sol (Кирилюк, 2006, c. 29-30)	0,41	32	39	20	71	0,19	91	13	790
CMA în sol	3	140	75	300	300	1,5	100	50	1500
Conținutul mediu în nămol	22	209	115	24	460	-	43	9	300
CMA în nămol	40	1750	400	1200	4000	25	-	-	-
CMA ce poate fi introdusă anual în solurile agricole	0,15	12	3	15	30	0,1	1	-	-

Monitorizarea prin analize chimice a nămolului ce urmează a fi încorporat, precum și a solului fertilizat cu acesta, este necesară nu numai din considerentul că multe dintre elemente nu sunt corelate cantitativ cu necesitățile plantelor, dar și pentru că concentrația lor în nămol poate varia mult. Mai mult decât atât, după toate tratamentele descrise, în nămol pot rămâne în stare viabilă anumite mezoorganisme parazitare pentru om și animale, cei mai rezistenți dintre acestea fiind helminții, după prezența cărora se estimează starea sanitară a nămolului. Având în vedere toate acestea, nămolul pregătit pentru

folosire și solul tratat se vor analiza periodic sub aspectul dinamicii principalilor indici agrochimici, al concentrației de metale grele și al prezenței helminților.

Recoltarea probelor de nămol pentru analize. Din platforma (grămadă) de nămol de până la 1000 tone se recoltează 3 probe medii, iar din platforma de peste 1000 tone se recoltează 6 probe medii, care se analizează separat. Proba medie se extrage dintr-un punct reprezentativ al platformei pe toată înălțimea ei, cu sonda pedologică pe adâncimea fiecărui strat de 20 cm. Probele parțiale de la toate adâncimile unei sonde se amestecă pe o peliculă. Din amestec se ia o probă medie cu masa de circa 1 kg, care se introduce în două pungi de celofan, îmbrăcate una în alta. Eticheta probei se pune în punga exterioară. Din pungi se elimină aerul, iar ele se leagă și se păstrează, până la expediere, într-un loc rece și întunecos. Ulterior, după același procedeu se efectuează recoltarea celorlalte probe medii. Probele recoltate și etichetate se transportă în laborator cât mai repede posibil. Până la analize și pe durata efectuării lor, probele înregistrate se păstrează în frigider. În eticheta probei se va înregistra: 1) denumirea materialului; 2) locul de amplasare al platformei (grămezii); 3) volumul sau masa grămezii; 4) durata de stocare; 5) data recoltării probei; 6) numele executorului.

Metodele aplicate la analiza nămolului. Pentru nămolul orășenesc, la fel ca și pentru celelalte îngrășăminte organice solide, sunt indicate următoarele metode de analiză: umiditate – GOST 26713-85; materia organică – GOST 27980-88; cenușă – GOST 26714-85; azot total – GOST 26715-85; azot amoniacal – GOST 26715-85; azot nitric calorimetric cu acid fenoldisulfonic, fosfor total – GOST 26717-85; potasiu total – GOST 26718-85; pH – GOST 27979-88; metalele grele – după metodele descrise de A. B. Кузнецов, А. П. Фесюх et al. (1989).

Valabilitatea analizelor și certificarea nămolului ca îngrășământ. O dată pe an, nămolul tratat și pregătit pentru folosire ca îngrășământ este supus analizelor privind umiditatea, materia organică, cenușa, azotul, fosforul și potasiul (forme totale), viabilitatea ouălor de helminți. O dată la 5 ani se verifică conținutul de metale grele (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr, Co, Mn). Rezultatele privind indicatorii agrochimici și prezența sau absența helminților sunt valabile timp de un an, cele privind concentrația de metale grele – timp de 5 ani. Fiecare lot de nămol pregătit pentru folosire ca îngrășământ trebuie să fie însoțit de un certificat care cuprinde rezultatele analizelor menționate, recomandări de utilizare, denumirea, adresa și datele de contact ale producătorului de nămol.

Monitorizarea calității solului tratat cu nămol. Anual, primăvara, pe parcursul unei perioade de 5 ani de la incorporarea nămolului, se recoltează probe medii de sol de la adâncimea 0-20 cm. O probă medie se compune din 20 de probe individuale și se recoltează de pe o suprafață de 5-10 hectare din solă. În probele medii de sol se va analiza conținutul de materie organică, azot amoniacal, azot nitric, fosfor și potasiu accesibil. În probele din primul și din al cincilea an se va analiza conținutul de cadmiu, cupru, nichel, plumb, zinc, mercur, crom, cobalt și mangan.

Culturile agricole la care se administrează ca îngrășământ nămolul orășenesc. Nămolul orășenesc se folosește ca îngrășământ organic la culturile agricole a căror producție valorificabilă nu se utilizează ca produs alimentar în stare proaspătă. Se recomandă ca nămolul să se aplice la porumb, sfecla de zahăr, sfecla furajeră, tutun, rapiță, păioase. Ca și celelalte îngrășăminte organice, nămolul se aplică toamna, înainte de lucrarea de bază a solului prin arătură cu răsturnarea brazdei.

Dozarea nămolului orășenesc. Doza de aplicare a nămolului la un hectar se calculează în funcție de conținutul de azot total. Cantitatea de azot total ce se administrează o dată cu nămolul pentru o perioadă de 3-5 ani nu trebuie să depășească 170 kg/ha azot. Aceasta se calculează după formula:

$$D=17:N,$$

unde **D** – doza de nămol cu umiditate naturală, t/ha; **N** – conținutul de azot în nămol, %; **17** – coeficientul ce include în calcul doza maximă admisă de azot și recalcularea nămolului din kilograme în tone. De exemplu, la aplicarea nămolului cu un conținut de 0,75% azot, doza va fi de 23 t/ha (17:0,75).

Distribuirea pe suprafața solei preconizate pentru fertilizare. Mașina de distribuit îngrășăminte organice solide (MIG6A, Triton, Simoseau, PTD-5, POI-6 etc.) se reglează la doza calculată conform fișei tehnice a mașinii. Mașina se verifică și pe teren cu una-două încărcături cântărite. Se numără căușele de nămol încărcate cu excavatorul în bena mașinii. După umplerea benei, nămolul încărcat se nivelează cu căușul excavatorului. Nivelul nămolului cântărit și nivelat se marchează pe pereții benei cu semne vizibile pentru excavatorist. Este necesar ca de fiecare dată să se încarce aceeași masă de nămol, același

număr de căușe. Nivelul nămolului încărcat trebuie să coincidă întotdeauna cu marcajul fixat pe pereții benei după încărcătura cântărită.

Determinarea fâșiei de distribuire a nămolului dintr-o încărcătură. Dacă se știe doza de aplicare a nămolului și masa de nămol încărcată în mașină, suprafața de teren pe care trebuie distribuită o încărcătură se calculează după formula:

$$S = 10000 M:D,$$

unde **S** – suprafața parcelei, m²; **M** – masa nămolului încărcat în mașină, t; **D** – doza nămolului, t/ha; **10000** – coeficientul de calculare a hectarului în metri pătrați.

De exemplu, dacă doza de aplicare a nămolului este de 23 t/ha, iar în mașina de distribuit gunoi se încarcă câte 5 tone, atunci o încărcătură de nămol trebuie distribuită pe 2174 m² (10000·5:23). După lățimea de împrăștiere a nămolului (măsurată în timpul verificării mașinii) se calculează lungimea fâșiei pe care se distribuie o încărcătură. Dacă lățimea de distribuire a nămolului este de 6 m, atunci lungimea fâșiei pe care se va distribui o încărcătură va fi de 362 m (2174 m²:6 m). Distribuirea este mai precisă, mai uniformă și mai comodă dacă în prealabil se fixează semne vizibile pe linia de deplasare a mașinilor, precum și la locul până unde acestea trebuie să ajungă cu distribuirea unei încărcături.

Tehnica distribuirii. La aplicare este necesară o distribuire cât mai uniformă a nămolului pe suprafața solului. Abaterea de la doza calculată nu trebuie să fie mai mare de 10%. Între fâșiile învecinate nu trebuie să rămână goluri, adică suprafețe neacoperite cu nămol. Totodată, marginile laterale ale fâșiilor învecinate trebuie să se suprapună pe o extindere cuprinsă între 10-17% din lățimea fâșiei. În mărimi absolute, pentru mașinile de capacitate medie (4-6 tone), marginile suprapuse vor fi cu lățimea de până la 1 m, iar pentru cele de capacitate mare – de până la 2 m. Mașina încărcată intră de la un colț al solei și distribuie nămolul de-a lungul unei margini relativ drepte a acesteia, deplasându-se până la semnele la care trebuie să se descarce în totalitate. Următoarea mașină începe distribuirea nămolului din locul unde precedentă a terminat încărcătura. Între capetele fâșiilor dintre mașini nu trebuie să rămână goluri sau suprapuneri de nămol pe o distanță mai mare de 1 m. Următoarea linie de deplasare a mașinilor trece paralel cu prima, la un interval egal cu lățimea de distribuire a îngrășământului, măsurat de la linia precedentă de deplasare a mașinii.

Îndată după distribuirea nămolului, în aceeași zi, solul fertilizat se discuieste în vederea încorporării preparatorii a nămolului și minimalizării pierderilor de amoniac și efectuarea cât mai rapidă a arăturii.

Eficacitatea economică a aplicării nămolului orășenesc. Cheltuielile pentru aplicarea nămolului orășenesc se deduc din cheltuielile pentru motorină (74%), amortizarea mașinii (17%) și salariul mecanizatorului (9%). Pentru încorporarea unei tone de nămol orășenesc fermentat se cheltuie, în medie, 260 lei (la o distanță de 3,0 km). La nivelul prețurilor din anul 2018, costul pentru fertilizare este, în medie, 1380 lei (80 \$).

Tabelul 3. Eficacitatea economică a aplicării nămolului orășenesc ca îngrășământ, 20 t/ha

Specificarea indicatorilor și unitatea de măsură	Mărimea
1. Sporul recoltei totale pe patru ani de la 20t/ha nămol orășenesc, kg	3890
2. Valoarea sporului total pe patru ani, (3890 kg · 3,00 lei/kg), lei	11670
3. Cheltuieli pentru aplicarea nămolului orășenesc (260 lei/t·20 tone), lei	5200
4. Venitul net (11670-5200), lei	6470
5. Venitul specific pe 1 tonă nămol orășenesc (6470 : 20 : 4 ani), lei	81
6. Venitul specific pe 1 leu cheltuit (6470 : 5200), lei	1,24
7. Rentabilitatea cheltuielilor (6470 · 100: 5200), %	124
8. Termenul de recuperare a cheltuielilor (10660 · 100 : 23340 = 46 %), ani	2

De exemplu, factorul de calcul pentru 1 tonă de nămol la doza de 25 t/ha la distanța de 3,0 km este de 0,188 (260:1380) (Rusu, A. 2012). Cunoscând datele privind costul sporului de producție de la nămolul orășenesc încorporat și privind cheltuielile pentru aplicarea lui, se poate analiza, prin diferență, eficacitatea economică a nămolului ca îngrășământ. Calculele au demonstrat că aplicarea nămolului orășenesc în calitate de fertilizant pentru culturile de câmp este rentabilă (Tab. 3). Prețul de realizare a boabelor de

grâu de toamnă în luna iunie a anului 2019, conform datelor de la Bursa cerealelor din portul Constanța, a constituit 159 euro (3000,00 lei MD).

Puncte-cheie pentru reușita utilizării durabile a nămolurilor orășenești. Pentru utilizarea eficientă și durabilă a nămolurilor orășenești sunt necesare:

1. controlul permanent al rețelelor de colectare, care să asigure producerea unui nămol curat. Prima condiție pentru a obține nămoluri de calitate, care vor fi ușor acceptate pentru aplicarea pe terenurile agricole, ține de ceea ce se aruncă în apele uzate, mai ales produsele nocive;
2. informarea tuturor părților implicate privitor la procesele de tratare, la eventualele riscuri de contaminare a mediului, astfel încât folosirea nămolurilor orășenești să fie acceptată de agricultori și consumatori în cunoștință de cauză;
3. organizarea la nivel teritorial, printr-o repartizare rațională, a terenurilor agricole pe care se va aplica nămolul orășenesc; estimarea producției de nămol orășenesc ce trebuie distribuită pe terenurile agricole, a terenurilor disponibile în funcție de soluri, culturi și alte suprafețe;
4. controlul analitic bine organizat, care va garanta cunoașterea nămolurilor ce se folosesc și a solurilor receptoare; efectuarea regulată a analizelor pentru a cunoaște calitatea nămolului și a solului;
5. planificarea eficientă a aplicării nămolului orășenesc în vederea valorificării la nivel optim a proprietăților lui fertilizante. În acest sens este necesar un demers rațional pornind de la date agronomice precise care vor asigura rezultate bune pentru culturi în agricultura durabilă;
6. un cod al bunelor practici de aplicare a nămolurilor orășenești, conform căruia fiecare intervenient să facă exact ceea ce trebuie să facă. Precizarea procedurilor prin intermediul comunicării orale și în scris va permite cunoașterea acestora de către toți participanții și evitarea falselor manevre care ar putea sta la originea unor incidente;
7. un responsabil bine identificat care se va ocupa de organizarea șantierelor și va servi ca interlocutor pentru a ști la cine trebuie de adresat la nivel local și la nivel raional;
8. un organism independent care va valida datele furnizate de producătorul de nămoluri; crearea posibilităților de informare și sensibilizare a cetățenilor în raport cu eforturile depuse. Cunoașterea situației naționale privind asanarea și igienizarea apelor, a dificultăților întâmpinate și a soluțiilor aplicate vor permite conștientizarea protecției mediului.

CONCLUZII

Respectarea întocmai a cerințelor stipulate în actualul model tehnologic va conduce neapărat la diminuarea esențială a poluării mediului, mai cu seamă a apelor de suprafață și a solurilor de pe terenurile agricole destinate fertilizării cu nămolul orășenesc, dar și la evitarea mirosului neplăcut din atmosferă. Respectarea dozelor științific argumentate de aplicare a nămolului și a spectrului de culturi agricole cultivate pe terenurile respective va favoriza menținerea și sporirea fertilității solului și a productivității culturilor de câmp cultivate pe aceste terenuri.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. LEONARD, I., DUMITRU, M., VRÎNCEANU, Nicoleta, MOTELICĂ, D. M., TANASE, Veronica (2007). Metodologie de utilizare a nămolului orășenesc în agricultură. Timișoara: Solness. 194 p. ISBN 978-973-729-107-3.
2. LIXANDRU, Gh., FILIPOV, F. (2012). Îngrășăminte organice: protecția calității mediului. Iași: Ed. Ion Ionescu de la Brad. 444 p. ISBN 978-973-147-093-1.
3. MIHALACHE, M., DUMITRU, M., RĂDUCANU, Daniela, GAMENT, Eugenia (2006). Valorificarea în agricultură a nămolurilor orășenești. Timișoara: Solness, 169 p. ISBN 978-973-729-073-1.
4. PLĂMĂDEALĂ, V., RUSU, Al., BOUNEGRU, T. (2013). Compoziția chimică a formelor noi de deșeuri organogene provenite din sectorul zootehnic privat, gospodăria comunală și industria vinicolă. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 17-21. ISBN 1857-0003.
5. PLĂMĂDEALĂ, V., BOUNEGRU, T., SIURIS, A. (2013). Indicii agrochimici și potențialul fertilizator a deșeurilor provenite din sectorul zootehnic privat, gospodăria comunală și industria vinicolă. In: Știința agricolă, nr. 2, pp. 17-21. ISBN 1857-0003.
6. PLĂMĂDEALĂ, V., BULAT, Ludmila (2017). Modificarea indicilor agrochimici și agrofizici ai cernoziomului levigat sub influența nămolului orășenesc deshidratat în geotuburi. In: Solul și îngrășămintele în agricul-

- tura contemporană. In: Solul și îngrășămintele în agricultura contemporană : conf. ști. intern., 6-7 sept. 2017, Chișinău, pp. 121-124. ISBN 978-9975-71-927-8.
7. PLĂMĂDEALĂ, V., BULAT, Ludmila, RUSU, A. (2017). Nivelul recoltelor și calitatea producției plantelor de câmp la fertilizarea cu nămol orășenesc. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 52(1): Agronomie și Agroecologie, pp. 152-156. ISBN 978-9975-64-301-6,
8. RUSU, A., PLĂMĂDEALĂ, V., SIURIS, A. et al. (2012). Ghid de utilizare a îngrășămintelor organice. Chișinău: Pontos. 116 p. ISBN 978-9975-51-300-5.
9. КУЗНЕЦОВ, А. В., ФЕСЮН, А. П., САМОХВАЛОВ, С. Г., МАХОНЬКО, Э. П. (1989). Методические указания по определению тяжелых металлов почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. Москва: ЦИНАО. 57 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

PLĂMĂDEALĂ Vasile  <https://orcid.org/0000-0001-9537-0458>
doctor în științe agricole, conferențiar cercetător, Laboratorul Agrochimie, Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova

RUSU Alexandru  <https://orcid.org/0000-0001-8418-8458>
doctor habilitat în științe agricole, conferențiar cercetător, Laboratorul Agrochimie, Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova

BULAT Ludmila  <https://orcid.org/0000-0003-4435-695X>
cercetător științific, Laboratorul Agrochimie, Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, Republica Moldova

Data prezentării: 19.06.2020

Data acceptării: 04.08.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4320008

УДК: 630*114.354(477.8)

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ ГУМУСА С АГРОХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОВЕРХНОСТНО-ОГЛЕЕННОЙ ПОЧВЫ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Олег ГАВРИШКО, Юрий ОЛИФИР,
Анна ГАБРИЕЛЬ, Татьяна ПАРТИКА

Abstract. The method of processing statistical data consists in comparing correlation coefficients between one or many pairs to establish correlation relationships between them. In the conditions of a classical stationary experiment, the correlation between humus and agrochemical indicators of light gray forest surface-gleyed soil was investigated during a long-term agricultural use in the Western Forest-Steppe of Ukraine. The experiment was established in 1965 with different doses and ratios of mineral fertilizers, farmyard manure and lime. The results showed that correlation coefficient between the content of humus and easily hydrolyzable nitrogen (N) is paired ($r = 0.958-0.997$). It has been proved that with prolonged application of only mineral fertilizers ($N_{65}P_{68}K_{68}$) a connection between humus, nitrogen, and mobile phosphorus (P_2O_5) is observed at a level of $r = 0.989-0.775$. However, in variants where along with mineral and organic fertilizers 1.0 and 1.5 doses of $CaCO_3$ were applied according to hydrolytic acidity, even closer links are observed between humus, N and P_2O_5 , while the correlation coefficient is 0.906-0.954. At the same time, close correlation between the content of humus and exchange potassium (K_2O) in light gray forest surface-gleyed soil in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine has not been established.

Key words: Soil; Humus; Correlation; Nitrogen; Phosphorus; Potassium; Lime; Farmyard manure; Mineral fertilizers.

Реферат. Метод обработки статистических данных заключается в сравнении коэффициентов корреляции между одной или многими парами для установления между ними корреляционных связей. На базе классического стационарного опыта исследовали корреляционную связь гумуса с агрохимическими показателями светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы при длительном сельскохозяйственном использовании в условиях Западной Лесостепи Украины. Опыт был заложен в 1965 г. с использованием разных доз и соотношений минеральных удобрений, навоза и извести. Установлено, что коэффициент корреляционной зависимости между содержанием гумуса и легкогидролизуемого азота (N) является парным ($r = 0,958-0,997$). Доказано, что при длительном внесении только минеральных удобрений ($N_{65}P_{68}K_{68}$) наблюдается связь между гумусом, азотом и подвижным фосфором (P_2O_5) на уровне $r = 0,989-0,775$. Однако, на вариантах, где наряду с минеральными и органическими удобрениями были внесены 1,0 и 1,5 дозы $CaCO_3$ по гидролитической кислотности, прослеживаются еще более тесные связи между гумусом, N и P_2O_5 . При этом коэффициент корреляционной зависимости составил 0,906-0,954. Вместе с тем тесных корреляционных связей между содержанием гумуса и обменного калия (K_2O) в светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почве в условиях Западной Лесостепи Украины не установлено.

Ключевые слова: Почва; Гумус; Корреляция; Азот; Фосфор; Калий; Известь; Навоз; Минеральные удобрения.

ВВЕДЕНИЕ

Корреляционный анализ является методом обработки статистических данных, который заключается в изучении коэффициентов корреляции между переменными. При этом сравниваются коэффициенты корреляции между одной парой или многочисленными парами признаков для установления между ними статистических взаимосвязей (Чичуліна, К. В. 2012; Ditlevsen, O. 2003).

Основным источником элементов питания для формирования урожая является гумус, от запасов и качества которого зависит структура почвы, ее водные и физические свойства, поглощающая способность и ферментативная активность (Господаренко, Г. М. 2015; Веремеенко, С. И., Фурманец, О. А. 2014). Оценка содержания и запасов питательных элементов, их перераспределение в почве, в частности по профилю позволяют не только выяснить реально доступный фонд питательных элементов почвы для растений, но и определить их биогенную аккумуляцию, пути миграции в ландшафте и участие в биологическом круговороте веществ. Данный факт является особенно актуальным для повышения эффективности агропромышленного производства, которое должно реализовываться с учетом изменения плодородия почв (Веремеенко, С. И., Фурманец, О.А. 2014; Носко,

Б. С. 2013). Поэтому между содержанием гумуса и величиной содержания основных элементов питания в почве, существует определенная зависимость или корреляционная связь (Малієнко, А. М. et al. 2018; Вергунова, І. М. 2000; Ушкаренко, В. А. et al. 2011).

Польза корреляций в том, что они могут указывать на отношение, которое может носить предсказуемый характер и поэтому иметь практическое применение (Царенко, О. М. et al. 2000; Бережная, Е. В., Бережной, В.И. 2001; Мешалкина, Ю. Л., Самсонова, В.П. 2008; Єщенко, В. О. et al. 2014). Корреляция не дает точной взаимосвязи между двумя признаками, а определяет только степень изменчивости одной от другой (Доспехов, Б. А.1985).

По данным «Статистического ежегодника Украины-2003», обычно одной только корреляции недостаточно для того, чтобы сделать вывод о существовании причинно-следственной связи, что часто формулируют фразой «корреляция не означает причинности». Во многих случаях, когда достоверно известно, что зависимость существует, корреляционный анализ может не дать результатов вследствие того, что зависимость нелинейная. Факт корреляционной зависимости не позволяет утверждать, какая именно из переменных является причиной изменений, или переменные причинно связаны между собой (Чичуліна, К. В. 2012).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование корреляционной связи гумуса с агрохимическими показателями светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы в условиях Западной Лесостепи Украины изучали в течение 2016-2018 гг. на базе длительного стационарного опыта Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН. Опыт был заложен еще в 1965 г. с разными дозами и соотношениями минеральных удобрений, навоза и извести и согласно аттестату регистрации НААН № 29 включен в реестр долгосрочных стационарных полевых опытов Национальной академии аграрных наук Украины.

Стационарный опыт размещен в пространстве на трех полях, каждое из которых насчитывает 18 вариантов в трехкратном повторении. Расположение вариантов одноярусное, последовательное. Общая площадь участка составляет 168 м², учетная – 100 м². Севооборот четырёхпольный с таким чередованием культур: кукуруза на силос – ячмень яровой с подсевом клевера лугового – клевер луговой – пшеница озимая. Агротехника выращивания культур, обработка почвы и уход за посевами общепринятые для условий зоны Лесостепи Западной.

Пахотный слой почвы 0–20 см перед закладкой опыта характеризовался следующими усредненными исходными физико-химическими и агрохимическими показателями плодородия: содержание гумуса (по Тюрину) составило 1,42 %, рН_{KCl} - 4,2, гидролитическая кислотность (по Каппену) - 4,5, обменная (по Соколову) - 0,6 мг-экв/100 грамм почвы. Содержание подвижного алюминия насчитывало 60,0 мг/кг почвы, сумма обменных оснований составляет 3,4 мг-экв/100 грамм почвы, содержание кальция 2,2 мг-экв/100 грамм почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) и обменного калия (по Масловой) - соответственно 36,0 и 50,0 мг/кг почвы.

Представленные исследования выполнялись на вариантах без удобрений (контроль) (вар. 1); N₆₅P₆₈K₆₈ + 10 т/га навоза + CaCO₃ (1,0 Нг) (вар. 7); N₁₀₅P₁₀₁K₁₀₁ + 10 т/га навоза + CaCO₃ (1,0 Нг) (вар. 12); N₃₀P₃₄K₃₄ + 15 т/га навоза + CaCO₃ (1,5 Нг) (вар. 13); и при внесении только минеральных удобрений N₆₅P₆₈K₆₈ (вар. 15). Для сравнения и более полного изучения корреляционной связи между показателями при разной сельскохозяйственной нагрузке были заложены дополнительные разрезы под лесным массивом и на перелог.

Пробы почвы отбирали и готовили к анализам по ГОСТ 4287: 2004 и ИСО 11464-2001. Аналитические исследования проводили в сертифицированной агрохимической лаборатории Института СХКР НААН, а именно: гумус – по методу Тюрина (ДСТУ 4732-2007); легкогидролизуемый азот (N) – по Корнфилду (ДСТУ 7863: 2015); подвижный фосфор (P₂O₅) и обменный калий (K₂O) – по Чирикову в вытяжке 0,5 н CH₃COOH (ДСТУ 4115-2002). Математическую обработку результатов исследований осуществляли дисперсионным и корреляционно-регрессионным методом за Доспеховым и Єщенком (Доспехов, Б. А. 1985; Єщенко, В. О. et al. 2014) с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Результатами исследований установлено, что в светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почве в условиях периодически промывного типа водного режима (Назарук, М. М. 2018; Позняк, С. П. 2020) под лесом содержание общего гумуса было самое высокое в гумусово-элювиальном горизонте HEgl и составляло – 2,07 %. С возрастающей глубиной его количество резко снижается к 0,22 % (Pgl). На перелог содержание гумуса в профиле почвы ниже по сравнению с лесом и составляет 1,74–0,19 % (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические свойства генетических горизонтов светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы под лесом и перелогом

Генетические горизонты	Глубина отбора пробы, см	Гумус, %	Легкогидролизуемый азот (N)	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅)	Обменный калий (K ₂ O)
				по Чирикову	
			мг/кг почвы		
1	2	3	4	5	6
Лес					
HEgl	5–26	2,07	109,2	29,0	90,0
Ehgl	27–47	1,23	33,6	50,0	38,8
Iegl	48–64	0,53	15,4	60,0	40,0
Igl	65–96	0,33	11,2	15,9	80,0
Ipgl	97–122	0,29	11,0	35,0	85,0
Pigl	123–150	0,26	9,8	53,0	87,5
Pgl	151–173	0,22	8,4	20,2	80,0
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (среднее)		0,70	28,4	37,6	71,6
$S_{\bar{x}}$		0,26	13,9	6,4	8,4
$V, \%$		99,0	129,3	45,4	31,2
S		0,70	36,7	17,1	22,3
HCP ₀₅		0,91	48,03	22,35	29,22
Перелог					
HEgl	5–30	1,74	100,6	50,0	117,0
Ehgl	31–40	0,46	23,8	47,0	41,0
Iegl	41–61	0,41	15,4	38,0	75,0
Igl	62–102	0,28	18,2	41,0	75,0
Ipgl	103–129	0,21	12,6	99,0	30,0
Pigl	130–150	0,26	18,2	74,0	72,0
Pgl	151–180	0,19	14,0	114,0	105,0
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (среднее)		0,51	29,0	66,1	73,6
$S_{\bar{x}}$		0,21	12,0	11,4	11,8
$V, \%$		109,0	109,7	45,7	42,4
S		0,55	31,8	30,2	31,2
HCP ₀₅		0,72	41,64	39,59	40,86

Примечание: $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ – доверительный интервал (среднее) 95% вероятности; $S_{\bar{x}}$ – погрешность среднего значения; $V, \%$ – коэффициент вариации (показатель изменчивости числового ряда); S – стандартное отклонение.

Проведенными исследованиями установлено, что длительное внесение на ясно-серой лесной почве половинной дозы минеральных удобрений ($N_{30}P_{34}K_{34}$) на фоне 15 т/га севооборотной площади навоза и 1,5 дозы извести по гидролитической кислотности (вар. 13) способствовало трансформации ее гумусного состояния по сравнению с контролем без удобрений (вар. 1). При этом содержание гумуса возросло на 0,39%, легкогидролизующего азота на 7,8 мг/кг почвы, а содержание подвижного фосфора и обменного калия увеличилось соответственно на 109,5 и 24,0 мг/кг почвы. При внесении на исследуемой почве полторы дозы минеральных удобрений ($N_{105}P_{101}K_{101}$) + 10 т/га навоза + $CaCO_3$ (1,0 Нг) (вар. 12) показатель содержания гумуса в горизонте HEgl/пах составлял 1,85% (табл. 2).

Очень эффективной с точки зрения накопления гумуса и стабилизации его содержания в почве является органо-минеральная система удобрения с внесением $N_{65}P_{68}K_{68}$, 10 т/га севооборотной площади навоза на фоне известкования $CaCO_3$ (1,0 Нг) (вар. 7). Содержание гумуса в пахотном слое при этом повысилось до 1,90%, что на 0,42 % выше контроля. Следует отметить, что при такой системе удобрения наблюдается высокое содержание гумуса по профилю всех опытных вариантов (доверительный интервал – 0,92%). При длительном применении минеральной системы удобрения на протяжении 50 лет (вар. 15) показатель гумуса в почве к концу девятой ротации вырос всего на 0,09% в горизонте HEgl/пах и 0,05% в горизонте HEglп/пах постепенно снижаясь до 0,31% в материнской сильно глеевой породе (PIgl) (табл. 2).

Важным фактором плодородия почвы является содержание в ней легкорастворимых питательных соединений азота, фосфора и калия. Характеризуя распределение основных элементов питания в профиле, как в случае с гумусом, следует отметить, что на всех вариантах отмечается резкое снижение количества легкогидролизующего азота (N) с глубиной (табл. 1). Это можно объяснить наличием парной корреляционной зависимости между содержанием органического вещества и легкогидролизующего азота в верхних горизонтах почвы (табл. 3).

Таблица 2. Агрохимические свойства генетических горизонтов светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы при разных уровнях удобрения и периодического известкования в длительном опыте

Генетические горизонты	Глубина отбора пробы, см	Гумус, %	Легкогидролизующий азот (N)	Подвижный фосфор (P_2O_5)	Обменный калий (K_2O)
				по Чирикову	
				мг/кг почвы	
1	2	3	4	5	6
Без удобрений (контроль) (вар. 1)					
HEglпах.	0–18	1,48	86,0	41,0	56,0
HEglп/пах.	19–31	1,40	75,6	34,0	38,0
Ehgl	32–64	0,48	19,6	50,0	37,0
Iegl	65–110	0,28	15,4	11,0	95,0
Igl	111–131	0,28	14,0	53,0	69,0
IPgl	132–180	0,47	10,5	71,0	31,0
PIgl	181–200	0,26	11,2	96,0	67,0
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (среднее)		0,66	33,2	50,9	56,1
$S_{\bar{x}}$		0,20	12,4	10,3	8,6
$V, \%$		81,0	98,8	53,4	40,6
S		0,54	32,8	27,1	22,8
HCP_{05}		0,70	42,96	35,54	29,87
$N_{65}P_{68}K_{68}$ + 10 т/га навоза + $CaCO_3$ (1,0 Нг) (вар. 7)					
HEglпах.	0–20	1,90	107,8	166,5	117,5
HEglп/пах.	21–35	1,61	85,4	110,0	72,5

Ehgl	36–55	0,83	44,8	66,5	44,5
Iegl	56–81	0,64	29,4	41,0	78,8
Igl	82–150	0,55	28,0	51,5	93,8
IPgl	151–193	0,51	25,2	44,5	90,0
PIgl	194–215	0,40	22,4	56,0	77,5
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (среднее)		0,92	49,0	76,6	82,1
$S_{\bar{x}}$		0,22	12,8	17,4	8,4
$V, \%$		64,3	69,2	60,0	27,2
S		0,59	33,9	45,9	22,3
HCP_{05}		0,77	44,41	60,14	29,24
$N_{105}P_{101}K_{101} + 10$ т/га навоза + $CaCO_3$ (1,0 Нг) (вар. 12)					
HEglпах.	0–20	1,85	91,0	196,5	118,0
HEglп/пах.	21–33	1,57	77,6	141,0	75,0
Ehgl	34–51	0,53	22,4	51,5	35,0
Iegl	52–77	0,50	16,8	27,5	75,0
Igl	78–138	0,31	11,2	24,5	90,0
IPgl	139–187	0,29	14,0	14,5	80,0
PIgl	188–210	0,26	12,6	63,8	77,5
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (среднее)		0,76	35,1	74,2	78,6
$S_{\bar{x}}$		0,25	12,9	25,9	9,3
$V, \%$		87,4	97,0	92,5	31,2
S		0,66	34,0	68,6	24,5
HCP_{05}		0,87	44,57	89,87	32,13
$N_{30}P_{34}K_{34} + 15$ т/га навоза + $CaCO_3$ (1,5 Нг) (вар. 13)					
HEglпах.	0–18	1,87	93,8	150,5	80,0
HEglп/пах.	19–30	1,54	71,4	141,0	70,5
Ehgl	31–51	0,70	42,0	75,5	37,5
Iegl	52–73	0,64	25,2	44,0	87,5
Igl	74–121	0,61	23,8	51,5	82,5
IPgl	122–190	0,57	14,0	97,5	87,5
PIgl	191–210	0,44	29,4	41,0	80,0
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (среднее)		0,91	42,8	85,9	75,1
$S_{\bar{x}}$		0,21	11,0	17,2	6,6
$V, \%$		61,2	68,1	53,0	23,4
S		0,56	29,2	45,5	17,5
HCP_{05}		0,73	38,18	59,55	22,97
$N_{65}P_{68}K_{68}$ (вар. 15)					
HEglпах.	0–22	1,57	89,6	107,0	50,0
HEglп/пах.	23–35	1,45	82,6	96,0	60,0
Ehgl	36–61	0,63	25,2	60,0	35,0
Iegl	62–87	0,37	19,6	38,0	90,0

Igl	88–150	0,26	14,0	90,0	76,0
IPgl	151–180	0,21	17,5	29,0	74,0
PIgl	181–200	0,31	19,6	35,0	74,0
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (среднее)		0,69	38,3	65,0	65,6
$S_{\bar{x}}$		0,22	12,4	12,2	7,0
$V, \%$		84,6	85,9	49,9	28,2
S		0,58	32,9	32,4	18,5
HCP_{05}		0,76	43,06	42,44	24,24

Таблица 3. Корреляционная связь гумуса с агрохимическими показателями в профиле светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы под лесом, на перелог и при различных системах удобрения в длительном опыте

Вариант	Легко-гидролизуемый азот (N)	Подвижный фосфор (P_2O_5)	Обменный калий (K_2O)
		по Чириковым	
Лес	0,958	0,023	-0,069
Перелог	0,992	-0,373	0,560
Без удобрений (контроль) (вар. 1)	0,985	-0,319	-0,398
$N_{65}P_{68}K_{68} + 10$ т/га навоза + $CaCO_3$ (1,0 Нг) (вар. 7)	0,997	0,952	0,343
$N_{105}P_{101}K_{101} + 10$ т/га навоза + $CaCO_3$ (1,0 Нг) (вар. 12)	0,997	0,954	0,469
$N_{30}P_{34}K_{34} + 15$ т/га навоза + $CaCO_3$ (1,5 Нг) (вар. 13)	0,961	0,906	-0,041
$N_{65}P_{68}K_{68}$ (вар. 15)	0,989	0,775	-0,554

Следует отметить, что соединения подвижного фосфора в светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почве длительного стационарного опыта характеризуются малой подвижностью, активным поглощением и низкой степенью использования. В почве под лесом и перелогом в результате подзолистого процесса почвообразования и периодически промывного водного режима наблюдается нисходящая миграция и уменьшение P_2O_5 в горизонтах Igl и повышение в Pgl (табл.1). Такое распределение кривых подвижного фосфора по профилю характерно и для других вариантов с различными антропогенными нагрузками, однако его количество в верхних гумусовых слоях выше за счет включения севооборотного фактора и удобрений (табл. 2).

Установлено, что систематическое внесение органических, минеральных удобрений и извести обогащает калийный фонд в профиле почвы. Поэтому при орго-минеральной системе удобрения на фоне известкования содержание K_2O было выше, чем в лесу, на перелог и в опыте на контроле без удобрений (табл. 1).

Как упоминалось выше коэффициент корреляционной зависимости (парный) между содержанием гумуса и агрохимическими показателями в профиле светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы свидетельствуют о тесной связи между гумусом и легкогидролизуемым азотом во всех вариантах опыта ($r = 0,958-0,997$). При длительном внесении одних минеральных удобрений $N_{65}P_{68}K_{68}$ (вар. 15) наблюдается тесная связь между содержанием гумуса и подвижного фосфора ($r = 0,775$). Однако, по вариантам опыта, где наряду с минеральными и органическими удобрениями были внесены 1,0 и 1,5 дозы $CaCO_3$ по Нг (вар. 7, 12, 13), прослеживается еще более тесная связь между гумусом и подвижным фосфором. При этом коэффициент корреляционной зависимости составляет 0,906–0,954. По нашему мнению, это связано именно с влиянием известкования как на гумусно-аккумуляционные процессы, так и на увеличение количества подвижных

форм фосфора за счет преобразования фосфатов алюминия и железа в фосфаты кальция. По результатам исследований тесных корреляционных связей между содержанием гумуса и K_2O в светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почве в условиях Западной Лесостепи Украины нами не установлено (табл. 3). Очевидно, это связано со слабым закреплением катиона калия в почвенном поглощающем комплексе, вследствие чего калий становится легкодоступным не только для растений, но и для миграции.

ВЫВОДЫ

Таким образом, полученные результаты исследований в длительном стационарном опыте свидетельствуют о том, что при органо-минеральной системе удобрения с внесением оптимальных доз минеральных и органических удобрений, в частности N_{65} , P_{68} , K_{68} , навоза – 10 т/га севооборотной площади, на фоне известкования 1,0 нормой $CaCO_3$ по гидролитической кислотности, обеспечиваются оптимальные условия для повышения содержания гумуса. Наряду с этим улучшаются физико-химические и агрохимические свойства светло-серой лесной поверхностно-оглеенной почвы Западной Лесостепи Украины. При этом корреляционная связь в вариантах с удобрением между гумусом, легкогидролизуемым азотом и подвижным фосфором является парной. В случае с обменным калием вследствие незначительного закрепления его в почвенном поглощающем комплексе этой зависимости не наблюдается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БЕРЕЖНАЯ, Е.В., БЕРЕЖНОЙ, В.И. (2001). Математические методы моделирования экономических систем: Учебное пособие. Москва: Финансы и статистика. 368 с. ISBN 5-279-02291-8.
2. ВЕРГУНОВА, І.М. (2000). Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів. Київ: Нора-прінт. 146 с.
3. ВЕРЕМЕЕНКО, С.И., ФУРМАНЕЦ, О.А. (2014). Изменение агрохимических свойств темно-серой почвы Западной Лесостепи Украины под влиянием длительного сельскохозяйственного использования. In: Почвоведение, № 5, С. 602–610.
4. ГОСПОДАРЕНКО, Г.М. (2018). Агрохімія. Київ: СІК ГРУП Україна. 560 с. ISBN 978-617-7457-47-2.
5. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 351 с.
6. ЄЩЕНКО, В. О. та ін. (2014). Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: Едельвейс і К. 331 с. ISBN 978-966-2462-57-9
7. МАЛІЄНКО, А.М., БОРИС, Н.Є., БУСЛАСЬВА, Н.Г. (2018). Питання методики польових дослідів у землеробстві та рослинництві. In: Землеробство, Вип. 1, С. 38–44.
8. МЕШАЛКИНА, Ю.Л., САМСОНОВА, В.П. (2008). Математическая статистика в почвоведении. Москва: МАКС Пресс. 84 с. ISBN 978-5-317-02231-0.
9. НАЗРУК, М.М. (2018). Львівська область: природні умови та ресурси. Львів: Видавництво Старого Лева. 592 с. ISBN 978-617-679-652-7.
10. НОСКО, Б.С. (2013). Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агро-екосистемах. Харків: Міськдрук. 130 с. ISBN 978-617-619-093-6.
11. ПОЗНЯК, С.П. (2020). Ґрунти Львівської області : колективна монографія. Львів: Видавництво ЛНУ імені Івана Франка. 424 с. ISBN 978-617-10-0535-8.
12. СТАТИСТИЧНИЙ ЩОРІЧНИК УКРАЇНИ-2003 (2004). Киев: Консультант. 632 с.
13. УШКАРЕНКО, В.А. и др. (2011). Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве. Москва: Изд-во РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева. 335 с. ISBN 978-5-9675-0527-0.
14. ЦАРЕНКО, О.М., ЗЛОБІН, Ю.А., СКЛЯР, В.Г. (2000). Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. Суми: Видавництво «Університетська книга». 203 с. ISBN 966-7550-25-7.
15. ЧИЧУЛІНА, К.В. (2012). Кореляційний зв'язок в економіко-математичних моделях. In: Наукові праці Полтавської державної аграрної академії, № 1(4), Т. 3, С. 250–255.
16. DITLEVSEN, O., MADSEN, H.O. (2003). Structural reliability methods. Department of Mechanical Engineering Technical University of Denmark, Maritime Engineering. Denmark: Lyngby, 351 p. ISBN 0-471-96086-1.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ГАВРИШКО Олег Степанович  <https://orcid.org/0000-0002-5458-0691>

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: havryshko0@gmail.com

ОЛИФИР Юрий Николаевич  <https://orcid.org/0000-0002-7920-1854>

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией агрохимии, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: olifir.yura@gmail.com

ГАБРИЕЛЬ Анна Иосафатовна  <https://orcid.org/0000-0003-4379-3269>

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: gabriel.annay@gmail.com

ПАРТИКА Татьяна Владимировна  <https://orcid.org/0000-0001-7912-5292>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: tetyana.partyka@gmail.com

Data prezentării articolului: 09.06.2020

Data acceptării articolului: 03.08.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321672

UDC: 634.232:631.526.32

POMOLOGICAL AND PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LOCAL SWEET CHERRY VARIETIES (*PRUNUS AVIUM* L.) GROWN IN ÇANAKÇI (GİRESUN, TÜRKİYE)

Turan KARADENİZ, Fadıl ÖZTÜRK, Emrah GÜLER, Tuba BAK

Abstract. In this study various local varieties of sweet cherry (*Prunus avium* L.) grown in the province of Çanakkı (Turkey) and facing the danger of extinction were evaluated for their phenological, pomological and morphological characteristics. Eight local types as White cherry, Crisp cherry, Niksar cherry, Buttermilk cherry, Alahnaz cherry, Çal cherry, Tönlük cherry, Orak cherry and 28 ÇN 01 type which is engrafted with Orak cherry were selected for study. The opinions of leader farmers and old people, whose expertise on fruit growing was approved by everyone in the villages, were taken into consideration. The genotypes used in the research were selected from 10-60-year-old cherry trees. Phenological examinations were carried out by taking into consideration the beginning of proliferate, beginning of blooming, full flowering, end of flowering and harvest. Pomological examinations were carried out by taking into consideration fruit dimensions and shape, fruit colour, sensory and chemical properties and seed characteristics. The fruit weight ranges between 2.56 g and 4.83 g; the ratio of fruit flesh – between 89.68% and 92.11%; fruit volume – between 2.30 ml/kg and 4.55 ml/kg; fruit size – between 15.65 mm and 20.46 mm. The flavors of the varieties and types were distributed in four groups as poor, moderate, good, and tasty. As a result of this examination, it was established that 28 ÇN 01 type, Niksar cherry and Orak cherry are more preferable than the other types.

Key words: Land varieties; *Prunus avium*; Phenology; Pomology; Çanakkı.

INTRODUCTION

The common view among the researchers about cherry's homeland is South Caucasus, the Caspian Sea, and Northeast Anatolia (Özbek, 1978). Wild cherry is found in the North Anatolian Mountains and the Taurus Mountains in Turkey (Öz, 1988, Özçağırın et al. 2005). It was determined that cherry has shown the best development in a temperate climate (Webster and Looney, 1996). Although cherry can be grown in almost every region in Turkey, economically produced regions are microclimate areas, which are generally dominated by river valleys or marine climates. Cherry trees can be riped their fruits in the best quality in the areas where the summers are cool (Özbek, 1978). Cherry fruits are generally consumed fresh in our country, some of them are used in confectionery and local dishes (such as Cherry Pickles).

As it is in many regions of Anatolia, there is also a rich fruit population in the Çanakkı district. In the pottery province, especially pome fruits, local varieties in pears and apples have been preserved, but cherry, sour cherry and local varieties from stone fruits have faced the danger of extinction. In 2019, 25 tons of cherries were produced from 1700 yielding trees in the Çanakkı district. These fruit trees are at the age of scattered fruit, usually local varieties (Anonim a, 2020). In this study, it is aimed to determine the phenological and pomological characteristics of the local cherry varieties and types that are important for the local people which are grown in the region or spontaneously in nature, and to bring the promising varieties and types to our cultivating fruits. Pirlak and Bolat (2001) investigated the phenological and pomological characteristics of 5 cherry varieties in the province of Uzundere in Erzurum. Full bloom in the cultivars examined occurred in early April and early May and lasted approximately 1 week. Harvest started in June in varieties. Fruits properties were examined in terms of; Vitality, total vitamin, vitamin C content, total acid, TSS, sensory index. Edizer and Erdoğan (1997) aimed to determine the phenological and pomological characteristics of some native cherry varieties and to preserve these varieties as genetic resources in the study conducted on nine native cherry varieties in Tokat province center. In all varieties, the fruits were harvested between 05.06.1997 - 02.07.1997, and the fruit weight was changed between 2.76 g (Er Karakiraz) and 4.549 (Sapı Kısa). Orak variety led the content of TSS with 15.67% and, Kara Kirtik variety with the highest value (0.92%) in terms of pH content. Tekintaş et al. (1991) examined the morphological, pomological, and phenological features of five local cherry varieties in and around Van Province. It is determined that the average fruit weights varied between 2.47

g and 3.33 g, TSS values varied between 18 and 23%, and pH value varied between 3.59 and 3.65. These sample harvest dates had been between 9 July and 12 July. Turan (2010) has selected 6 types of cherry types which have superior properties from the 36 cherry types to determine the pomological characteristics of local cherry (*Prunus avium* L.) types grown in the provinces of Gümüşhane province center, Torul, and Kürtün. In the study; the fruit weight of 6 types was 6.8 g and 9.8 g; 94.1% to 95.6% of the fruit meat rate. It was found that the TSS/TA changed between 27.1% and 36.1%.

MATERIALS AND METHODS

3.1. Material

This study was carried out in 2012 and 2013 in the Çanakçı county of Giresun province. The local varieties named with the names of the localities, the genotypes randomly found and not having a specific name is given as 28 ÇN 01.

The genotypes used in the research were selected from 10-60-year-old cherry trees with an altitude of 380-576 m. Phenological observations were carried out as observations of trees from all directions during day-to-day visits. Each one of the trees is represented by a mixture of 100 stemmed fruits and 20 stemmed fruits were randomly picked for use in the pomological measurements.

3.2. Method

In the selection of cherries, the opinions of elderly people, who have been approved by the leading farmers and the local experts on the fruit-making in the villages, have been taken into consideration. Harvested fruits were kept in Çanakçı County Food, Agriculture and Animal Husbandry Directorate at 2 C° for one day and delivered to Ordu University Agricultural Faculty Research Laboratory for analysis. Phenological observations, pomological and morphological characteristics, and harvest dates were determined in cherry genotypes.

RESULTS AND DISCUSSIONS

4. Results

4.1. Fruit Properties

The average fruit characteristics of the local varieties and types examined are presented in Table 4.1 and Figures 1-8.

Table 4.1. Some fruit properties of cherries

Traits	Unit	Kıtır	Tönlük	Niksar	Alahnaz	Çal	Beyaz	Ayran	Orak	28 ÇN 01
Fruit Weight	g	2.56	3.49	4.15	3.00	2.76	3.55	3.08	4.83	3.39
Fruit Flesh Ratio	%	90.63	89.68	91.80	91.33	90.94	92.11	90.58	91.51	90.26
Fruit Volume	ml/kg	2.30	3.20	4.15	2.90	2.90	3.50	2.95	4.55	3.40
Fruit Length	mm	15.65	18.50	17.78	17.57	16.82	17.99	16.88	20.46	18.11
Fruit Diameter	mm	15.05	16.76	19.03	15.80	16.30	16.90	16.29	18.09	16.33
Fruit Thickness	mm	17.31	19.36	21.22	18.46	17.73	19.09	19.06	21.48	19.35
Fruit Stalk Length	mm	35.52	36.95	42.81	39.12	40.72	39.39	27.49	45.43	33.91

The fruit weight of cherries was between 2.56 g (Kıtır) and 4.83 g (sour); The ratio of fruit flesh was between 89.68% (Tönlük) and 92.11% (Beyaz); Fruit volume between 2.30 ml/kg (Cr) and 4.55 ml/kg (Orak); Fruit size between 15.65 mm (Crimson) and 20.46 mm (Orak); Fruit width between 15.05 mm (Krim) and 19.03 mm (Niksar); The fruit thickness was between 17.31 mm (crispy) and 21.48 mm (sickle); Fruit juice is between 16.00 mm (Crimson) and 20.01 mm (Orak); Fruit stem size between 27.49 mm (Ayran) and 45.43 mm (Orak); The fruit stem thickness ranges from 0.99 mm (Alahnaz and Çal) to 1.30 mm (Niksar).

4.2. Color, Sensory, and Chemical Analyzes

The color, sensory and chemical properties of the local varieties and types examined are summarized in Table 4.2.

Table 4.2. Colour, sensory and chemical properties of cherries

Properties	Unit	Kıtır	Tönlük	Niksar	Alahnaz	Çal	Beyaz	Ayran	Orak	28 ÇN 01
Fruit Bark		Bur-		Red-		Red-	Red-	Red-		
Colour		gundy	Burgundy	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Burgundy
Fruit Flesh		Bur-		Light	Cream-	Light	Light	Light		
Colour		gundy	Burgundy	Yellow	colored	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Burgundy
Taste		Moderate	Good	Poor	Good	Good	Moderate	Few	Good	Moderate
Aroma		Good	Moderate	Absent	Good	Few	Few	Moderate	Good	Good
Cracking		Few	Moderate	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Juiciness		Moderate	Good	Good	Good	Good	Good	Moderate	Good	Good
pH		4.70	4.40	4.24	4.60	4.89	4.52	5.08	5.23	5.03
TSS	%	16.80	12.50	14.00	17.80	14.50	17.00	17.50	17.00	11.50
TA	%	0.27	0.23	0.47	0.49	0.21	0.43	0.75	0.56	0.57

The cherries showed very good properties in terms of juiciness; 2 varieties of Moderate, 6 of them were good and 28 KÇ 01 types showed three different distributions. In terms of fruit crust color, there were three different distributions as 28 ÇN 01 type and 2 varieties were burgundy, 5 varieties were red - yellow and 1 Variety had red crust color. According to this evaluation, 28 ÇN 01 type and 2 varieties showed burgundy, 4 varieties light yellow, 1 variety yellow, and 1 variety cream-colored characteristic and distributed in four groups in terms of fruit meat color. The samples showed four groups of taste using tastes and tasting methods; 1 Variety poor, 1 Variety few, 28 KÇ 01 and 2 varieties moderate, 3 varieties good and 1 variety had very good taste properties. According to the tasting method, 1 Variety tasteless, 2 varieties little sweet, 2 varieties moderate, and 4 varieties showed tasty characteristics and they were distributed to four groups. When cracking on fruits observed with the naked eye, 1 Variety had less cracking, 1 Variety had moderate cracking and 28 ÇN 01 and 6 varieties had no cracking. pH value changed between 4.24 (Niksar) and 5.23 (Orak); TSS changed between 11.50 % (28 ÇN 01) and 17.80 % (Alahnaz); TA changed in range 0.21 (Çal) and 0.75 (Ayran).

4.3. Seed Properties

Seed properties of examined local variety and types were given in Table 4.3.

Table 4.3. Seed properties of cherries

Properties	Unit	Kıtır	Tönlük	Niksar	Alahnaz	Çal	Beyaz	Ayran	Orak	28 ÇN 01
Seed Weight	mm	0.24	0.36	0.34	0.26	0.25	0.28	0.29	0.41	0.33
Seed Length	mm	8.69	10.52	10.30	9.59	8.93	10.11	9.48	11.21	10.01
Seed Diameter	mm	7.36	8.99	8.89	8.22	7.86	8.41	8.26	9.45	9.05
Seed Thickness	mm	5.71	7.12	7.15	6.49	6.19	6.46	6.31	7.22	7.54

The seed weight of the cherries is between 0.24 g (Kıtır) and 0.41 g (Orak); The seed length is between 8.69 mm (Kıtır) and 10.52 mm (Tönlük); The seed diameter is between 7.36 mm (Kıtır) and 9.45 mm (Orak); The seed thickness ranges from 5.71 mm (Kıtır) to 7.54 mm (28 ÇN 01).

4.4. Morphological Characteristics

The values of the morphological characteristics of the local varieties and types examined are summarized in Table 4.4.

Cherries are aged between 10 (Kıtır, Niksar) and 60 (Beyaz); habitus and developmental strength were determined as vertical-strong or broad-strong; the crown height is between 8 m (Orak, 28 ÇN 01) and 15 m (Beyaz); Crown width between 4 m (Kıtır, Alahnaz) and 10 m (Tönlük, Çal, Beyaz); the circumference of the trunk is between 60 cm (Kıtır) and 170 cm (Tönlük, Çal); the average harvest dates range from June 1 (Kıtır, Tönlük, Niksar) to June 20 (Orak, 28 ÇN 01).

Table 4.4. *Some morphological characteristics of cherries*

Characteristics	Unit	Kıtır	Tönlük	Niksar	Alahnaz	Çal	Beyaz	Ayran	Orak	28 ÇN 01
Age	Year	10	50	10	12	45	60	30	35	35
Habitus and Development		Vertical-Strong	Broad-Strong	Vertical-Strong	Vertical-Strong	Broad-Strong	Broad-Strong	Vertical-Strong	Broad-Strong	Broad-Strong
Crown Height	m	9	9	11	12	11	15	14	8	8
Crown Diameter	m	4	10	5	4	10	10	5	5	5
Trunk Circumference	cm	60	170	70	80	170	140	160	70	70
Harvest Date		01. June	01. June	01. June	07. June	11. June	11. June	14. June	20. June	20. June

**Figure 1.** *Fruits of Tönlük variety***Figure 2.** *Fruits of Niksar variety***Figure 3.** *Fruits of Alahnaz variety***Figure 4.** *Fruits of Çal variety***Figure 5.** *Fruits of Beyaz variety***Figure 6.** *Fruits of Ayran variety***Figure 7.** *Fruits of Orak variety***Figure 8.** *Fruits of 28 ÇN 01 type*

DISCUSSIONS

In the carried out study, it was determined that the fruit weight of varieties and types varied between 2.56 g (Kıtır) and 4.83 g (Orak). Fruit weight values in other studies; In a study conducted in Van, it was found that 4.59 g in the Bing variety, 3.92 g in the Van variety, 4.27 g in the Lambert variety (Koyuncu et al., 1999), between 2.47 g and 3.33 g (Tekintaş et al., 1991), 2.79 g to 5.77 g (Özçağır, 1966) in a study carried out in Tokat province between 2.70-4.54 g (Edizer and Erdoğan, 1997) and in a study conducted in Kemalpaşa, In a research conducted in the Pacific Agro-food Research, 9.2 g to 12.8 g (Kappel, 2005), 2.9 g to 7.6 g in a research conducted in Amasya (Demirsoy and Demirsoy, 2004) In a study conducted in Spain, 4.5 g in the local varieties and 6.7 g in the standard varieties (Sanchez et al., 2008), Konya (Naderiboldaji et al., 2008) (Kalyoncu et al., 2009).

The findings we have achieved in our study are generally compatible with the findings that different researchers have obtained in the researches they have conducted in different regions of our country over different years, different types of cherries, and types.

The fruit volume, another criterion, changed between 2.30 ml/kg (Kıtır) and 4.55 ml/kg (Orak). Fruit volume values in other studies; In a study conducted in Iran, 3.96-6.68 cm³ (Naderiboldaji et al., 2008) were given as 4.35 cm³ in local varieties and 5.97 cm³ in standard varieties in Spain (Sanchez et al., 2008) It is seen that the findings we obtained are in parallel with the results of previous studies.

In our study, it was determined that the fruit lengths of varieties and types were changed between 15.65 mm (Kıtır) and 20.46 mm (Orak). Similar fruit size values are determined in a study carried out in Van. It was found that 2.39 cm in the Bing variety, 1.99 cm in the Van variety, 1.92 cm in the Lambert variety (Küden and Sırış, 2001), 1.51 cm and 1.69 cm (Tekintaş et al., 1991) Similarly in a study carried out in Central Taurus, 2.3 cm to 2.5 cm (Küden, 1998), 17.25 mm to 21.44 mm in Kemalpaşa (Özçağır, 1966), 16.2 in Amasya mm to 24.8 mm (Demirsoy and Demirsoy, 2004).

In our study, it was determined that fruit varieties were changed between 15.05 mm (Crude) and 19.03 mm (Niksar) in terms of fruit diameter. In other studies about this characteristic; it is said that fruit diameters vary between 1.8 cm and 2.5 cm (Küden ve Sırış, 2001), between 18.02 mm and 22.36 mm (Özçağır, 1966), between 17.25 mm and 28.10 mm (Ergun et al., 2008).

In our study, fruit thickness of varieties and types was found to be between 17.31 mm (Kıtır) and 21.48 mm (Orak). Fruit thickness values in other studies reported; 30.9 mm to 15.6 mm (Turan, 2010); 22 mm to 32 mm (Apostol, 2005).

In our study, it was determined that the TSS ratios (%) of varieties and types varied between 11.50 (28 ÇN 01) and 17.80 (Alahnaz). TSS ratios reported in other studies; between 10.70% and 18.70% (Sütyemez ve Eti, 1995), between 14% and 26% (Küden and Sırış, 2001), between 10.8% and 20.8% (Demirsoy and Demirsoy, 2004).

In our study, it was determined that TA values of varieties and types are between 0.21 (Çal) and 0.75 (Ayran). TA values in other studies; changed 0.8% to 1.02% (Küden, 1998); 0.3% to 1.0% (Demirsoy and Demirsoy, 2004), 0.3% to 1.0% (Turan, 2010).

In our study, it was determined that the fruit flesh of varieties and types varied between 89.68% (Tönlük) and 92.11% (Beyaz). Values of fruit meat ratio in other studies; between 95.6% and 88.2% (Turan, 2010) and between 93.5% and 96.3% (Özçağır, 1966).

In our study, the flavors of the varieties and types were distributed in four groups as poor, moderate, good, and tasty. Values of fruit taste in other studies; It was determined that Gümüşhane province is very good, good, medium and little (Turan, 2010) and moderate and sweet-sour (Özçağır, 1966) in Kemalpaşa.

It has been determined that fruit characteristics of cherries show a narrow variation when Tables 4.1, 4.2, 4.3, and 4.4. evaluated all together.

CONCLUSIONS

Despite of the availability of materials that will form the basis of the Çanakçı county hybridization studies in the northern Anatolian region, which is regarded as the genetic resource of this important agricultural product, which is ranked first in the world cherry production as a country and first in the export (Anonim b, 2020). No studies have been carried out for this purpose.

In Çanakçı county the harvest is done between 1 June and 20 June. There is no closed cherry garden established in the Çanakçı province. There are local cherry trees scattered in hazelnut gardens. Cherries obtained from these trees are consumed for family necessity and sold in local markets. Some cherry trees in the area are planted on the roads for charity purposes. Due to rainfall on the flowering and harvest date, it is clear that economic cherry cultivating can not be done in the pottery province. However, local varieties are an important source of hybridization activities due to their unique taste, aroma, and juiciness.

In this study conducted in 2012 and 2013, 9 types of cherries grown in the province of Çanakçı and facing the danger of extinction there were examined and the phenological and pomological characteristics of these varieties and types were determined and the following suggestions were presented. The most important problem in terms of cherry varieties and types is being cracking. As it can be seen from the review of Annex 3, the fact that there is no problem of cracking in some local cherries grown in the province of Çanakçı shows that these local varieties and types can also be used for crossbreeding purposes to develop new cherry varieties.

Due to the increasing demand for natural fruit nutrition as a result of the consciousness of the consumers, it has begun to come to the foreground of its special flavor, aroma, and juiciness except for its attractiveness and size. As the day goes by protecting our place in the world's cherry trade it depends on transferring local flavor, aroma, and juiciness of local varieties to new varieties in the direction of demand of consumers. Therefore, for the development of the national cherry gene bank, some efforts should be made to reveal new local types in the entire province of Giresun is the motherland of the cherry, which will become a trademark.

REFERENCES

1. Anonim a, (2020). TÜİK, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi:10.11.2020).
2. Anonim b, (2020). Türkiye kiraz ihracat rakamları. <https://uib.org.tr/tr/elektronik-kutuphane.html?t=%C4%B0statistikler%2CYa%C5%9F+Meyve+Sebze+q=&d=&p=1> (Erişim tarihi: 10.11.2020).
3. APOSTOL, J. (2005). New sweet cherry varieties and selections in Hungary. In: Acta Horticulturae, vol. 667, pp. 59-64. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.667.5.
4. BARGIONI, G. (1996). Sweet Cherry Scions. In: Looney, N.E., A.D. Webster. Cherries: Crop physiology, production and Uses. Wallingford: CAB International. pp. 73-112.
5. DEMIRSOY, H., DEMIRSOY, L. (2004). Characteristics of Some Local Sweet Cherry Cultivars from Homeland. In: Journal of Agronomy, vol. 3(2), pp. 88-89. ISSN 1680-8207.
6. EDIZER, Y., ERDOĞAN, B. (1997). Tokat'ta Yetiştirilen Bazı Yerli Kiraz Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. GOPÜZZF Dergisi 71-75.
7. ERGUN, M., ERGUN, N., SÜTYEMEZ, M. (2008). Bazı Kiraz Çeşitlerinin Taze Kesme iğlemine Uygunluğu. In: KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, vol.11(2), pp. 92-96.
8. KALYONCU, I. H., ERSOY, N., YILMAZ, M. (2009). Some physico-chemical properties and mineral contents of sweet cherry (*Prunus avium* L.) type grown in Konya. In: African Journal of Biotechnology, vol. 8 (12), pp. 2744-2749.
9. KAPPEL, F. (2005). New Sweet Cherry Cultivars from Pacific Agri-Food Research Centre. In: Acta Horticulturae, vol. 667, pp. 53-58. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.667.4.
10. KOYUNCU, M.A., KOYUNCU, F., KAZANKAYA, A. (1999). Van Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Kiraz Çeşitlerinin Optimum Derim Zamanlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. In: Türkiye III Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Ankara, Cilt 1, pp. 690-693.
11. KÜDEN, A. (1998). Ülke Ölçeğinde Meyvecilik Entegre Projesi. Eğitim Programı Adana, 58 s. (Yayınlanmamış).
12. KÜDEN, A., VE SIRIŞ, Ö. (2001). Ülkemiz yayla koşullarına uygun yeni kiraz çeşitlerinin meyve verimi ve kalitesi üzerinde çalışmalar. I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, 25-28 Eylül, Yalova, s. 103-114.
13. NADERIBOLDAJI, M., KHUB, A.K., TABATABAEEFAR, A., VARNAMKHAFTI, M.G., ZAMANI, Z. (2008). Some Physical Properties of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Fruit. In: American-Eurasian Journal Agriculture & Environmental Science, vol. 3(4), pp. 513-520.
14. ÖZ, F. (1988). Kiraz ve vişne. In: TAV Yayınları, No16, 71 s. Ankara.
15. ÖZBEK, S. (1978). Özel meyvecilik (Kışın yaprağını döken meyve türleri) Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları N:128, Ders Kitapları :11, Adana.. 468 s.
16. ÖZÇAĞIRAN, R. (1966). Kemalpaşa'nın Önemli Kiraz Çeşitleri Üzerinde Pomolojik ve Biyolojik Araştırmalar. E.Ü.Z.F. Yayınları No:115, Doktora Tezi, İzmir. pp. 65-67.
17. ÖZÇAĞIRAN, R., ÜNAL, A., ÖZEKER VE, E., İSFENDİYAROĞLU, M. (2005). Ilıman İklim Meyve

- Türleri, Sert Çekirdekli Meyveler Cilt 1: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 553. İzmir. 229 s.
18. PIRLAK, L., BOLAT, I. (2001). The phenological and pomological characteristics of sweet cherry cultivars under Erzurum conditions. In: Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, vol. 32(2), pp. 129-136.
19. SANCHEZ, R.P., SANCHEZ, M.A.G., CORTS, R.M. (2008). Agromorphological characterization of traditional Spanish sweet cherry (*Prunus avium* L.), sour cherry (*Prunus cerasus* L.) and duke cherry (*Prunus x gondouinii* Rehd.) cultivars. In: Spanish Journal of Agricultural Research, vol. 6 (1), pp. 42-55.
20. SÜTYEMEZ, M., ETİ, S. (1995). Pozantı Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Kiraz Çeşitlerinin Döllenme Biyolojileri Üzerine Araştırmalar. In: Turkish Journal of Agriculture and Forestry, vol. 23, pp. 265-272
21. TEKINTAŞ, F.E., CANGI, R., KOYUNCU, M.A. (1991). Van ve Çevresinde Yetiştirilen Mahalli Kiraz Çeşitlerinin Morfolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. YYÜZF Dergisi 1/1 (35-54)
22. TURAN, B. (2010). Gümüşhane ilinde yetişen kiraz (*Prunus avium* L.) tiplerinin pomolojik özellikleri [Pomological characteristics of local sweet cherry (*Prunus avium* L.) types in Gümüşhane province]: thesis. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ordu. 91 p.
23. WEBSTER, A.D., LOONEY, N.E. (1996). World Distribution of Sweet and Sour Cherry Production : National Statistics. In: Cherries: Crop Physiology Production and Uses. Vol 2, Wallingford: CAB International. 513 s.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

KARADENİZ Turan  <https://orcid.org/0000-0003-0387-7599>

Professor, Department of Horticulture, Agriculture Faculty, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey
E-mail: turankaradeniz@hotmail.com

ÖZTÜRK Fadıl

Engineer, Trabzon Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Trabzon, Turkey

GÜLER Emrah  <https://orcid.org/0000-0003-3327-1651>

Research Assistant, Department of Horticulture, Agriculture Faculty, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey
E-mail: emrahguler6@gmail.com

BAK Tuba  <https://orcid.org/0000-0002-4448-9704>

Assistant Professor, Bolu Abant İzzet Baysal University, Mudurnu Süreyya Astarcı Vocational School, Department of Plant And Animal Production, Bolu, Turkey
E-mail: bak_tuba@hotmail.com

Received: 10.11.2020

Accepted: 09.12.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4320933

CZU: 634.232:631.526.32:631.811.98(478)

INFLUENȚA PRODUSELOR PE BAZĂ DE 1-NAD ȘI 1-NAA ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CIREȘ DIN SOIUL REGINA ÎN SISTEMUL SUPERINTENSIV DE CULTURĂ

Ananie PEȘTEANU, Andrei CUMPANICI, Andrei LOZAN

Abstract. The experimental plot was placed in the orchard “Farm Prod” Ltd. founded in 2015 year. The study subject of the experience was Regina cherry variety, grafted on Gisela 5. The trees were trained as slender spindle system. The distance of plantation is 4.0×1.5 m. The research was conducted during the period of 2019 year. To study the effect of Auxiger preparation on physiological processes, fruit production and quality the following variants of treatment were experimented: 1. Control – without treatment; 2. Auxiger, 0.5 l/ha; 3. Auxiger, 0.7 l/ha; 4. Auxiger, 0.9 l/ha. The active ingredient of Auxiger is constituted by 1-naphthylacetamide (1-NAD – 1.5 g/l) and 1-naphthylacetic acid (1-NAA – 0.6 g/l). The growth regulator Auxiger were sprayed one time, during the period of intensive fruit growing, when the fruits diameter was 12–13 mm (26.05.19). During the analyzed period, it was established that the physiological processes intensified, average weight of fruits, the productivity, fruit size, period of maturation increased while the cracking index reduced, when treating with Auxiger growth regulator in dose of 0.7 l/ha.

Key words: Cherry; Growth regulator; Production; Fruit; Quality; Cracking.

Rezumat. Cercetările s-au efectuat în plantația pomicolă a întreprinderii SRL „Farm Prod”, fondată în anul 2015. Obiect al cercetărilor au fost pomii de cireș din soiul Regina altoiți pe portaltoiul Gisela 5. Coroana a fost condusă după sistemul fus subțire ameliorat. Distanța de plantare a constituit 4,0 x 1,5 m. Cercetarea a fost efectuată în decursul anului 2019. Pentru a studia efectul preparatului Auxiger asupra proceselor fiziologice, producției de fructe și calității acestora au fost experimentate următoarele variante de tratament: 1. Martor – fără tratament; 2. Auxiger, 0,5 l/ha; 3. Auxiger, 0,7 l/ha; 4. Auxiger, 0,9 l/ha. Ingredientul activ al produsului Auxiger este constituit din 1-naftilacetamidă (1-NAD – 1,5 g/l) și acid 1-naftilacetic (1-NAA – 0,6 g/l). Regulatorul de creștere Auxiger a fost administrat o singură dată, în perioada de creștere intensă a fructelor, când diametrul lor a atins 12-13 mm (26.05.19). În perioada de referință s-a stabilit că procesele fiziologice s-au intensificat, greutatea medie a fructelor, productivitatea, mărimea fructelor și perioada de maturare au crescut, iar indicii de crăpare s-a redus la tratarea cu regulatorul de creștere Auxiger în doză de 0,7 l/ha.

Cuvinte-cheie: Cireș; Regulator de creștere; Producție; Fruct; Calitate; Crăpare.

INTRODUCERE

Cireșul este o specie pomicolă valoroasă prin însușirile nutritive, tehnologice și comerciale ale fructelor (Asanica, A. 2015; Babuc, V. 2012; Budan, S., Grădinăriu, G. 2000; Cîmpoieș, Gh. 2018).

Importanța culturii cireșului rezultă și din faptul că este o specie rustică, cu rezultate frumoase chiar și în condițiile utilizării unei agrotehnici mai simple și care oferă consumatorilor cele mai timpurii fructe proaspete, excelente ca aspect și gust, asigurând recolte în fiecare an (Balan, V. et al. 2001; Balan, V. 2015; Donica, I. et al. 2005).

Pe lângă metodele și tehnologiile moderne utilizate la cultura cireșului, în vederea sporirii producției de fructe, atât sub aspect cantitativ, cât și calitativ, o importanță majoră revine regulatorilor de creștere de diversă origine (Balan, V. 2015; Long, L. et al. 2014).

Regulatorii de creștere dirijează procesele de dezvoltare specifice pomilor de cireș, sporesc rezistența plantelor la factorii de stres, acționează asupra divizării celulare și creșterii în greutate a fructelor, reduc pagubele provocate de bolile fiziologice în perioada postrecoltare. Aplicarea regulatorilor de creștere în plantațiile pomicole favorizează sporirea eficienței biologice și economice, devenind o necesitate primordială (Neamțu, G., Irimie, Fl. 1991; Stern, R. A. et al. 2007).

Pe lângă efectele menționate, aceste produse intensifică metabolismul în plante, sporesc cantitatea de aminoacizi, proteine, glucide, vitamine și elemente minerale, care participă activ la protejarea pomilor de influența diferitor stresuri biotice și abiotice (Rozpara, E. 2005).

Creșterea pomilor este o proprietate ereditară, care poate fi dirijată cu ajutorul unor substanțe stimula-

toare ce intensifică creșterea și dezvoltarea plantelor. Aceste substanțe sunt sintetizate de plantă pe cale naturală ori obținute sintetic, iar eficacitatea lor este percepută de plantă chiar și în concentrații mici, efectul acestora fiind destul de elocvent. Dacă substanțele stimulative sunt administrate în fenofaza recomandată, în concentrații fiziologice active admise pentru specie, ele sunt ușor absorbite și transportate către toate organele plantei (Neamțu, G., Irimie, Fl. 1991; Stern, R. A. et al. 2007; Zhanga, C., Whiting, M. 2013).

Substanțele stimulative se formează, de obicei, în cantități nu prea mari în celulele meristematice și se deplasează, la necesitate, în acele zone ale plantei unde are loc procesul de creștere și dezvoltare. Procesele de stimulare pot fi înregistrate numai în cazul unor concentrații foarte mici ale acestor produse în celulele plantelor. Aplicarea regulatorilor de creștere în cantități mai mari poate avea o influență opusă, acționând deja ca un inhibitor de creștere. (Peșteanu, A. et al. 2017; Whiting, M. D., Ophardt, D. 2005).

În ultima perioadă, în lanțul tehnologic de producere a cireșelor, pomicultorii europeni folosesc tot mai pe larg regulatori de creștere cu efect stimulator, unul dintre aceștia fiind produsul Auxiger. Acest produs influențează funcțiile metabolice care provoacă creșterea și dezvoltarea plantelor și ajută la îmbunătățirea caracteristicilor calitative și cantitative ale producției. De asemenea, tratarea cu Auxiger favorizează depășirea fazelor de stres și stagnare fiziologică cauzate de îngheț, a fazelor de exces sau de lipsă a apei și previne căderea fructelor în perioada de până la recoltare (Peșteanu, A. et al. 2017; Zhanga, C., Whiting, M. 2013).

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate pe parcursul anului 2019, în livada superintensivă de cireș fondată în primăvara anului 2015 la întreprinderea SRL „Farm Prod”, cu pomi cu vârsta de doi ani, fiecare având câte 5-6 ramificații laterale. Pomii au fost importați de la pepiniera „Fleuren”, Olanda. Obiectul de studiu al experienței a fost soiul de cireș Regina, altoit pe portaltoiul de vigoare slabă Gisela 5. Coroana a fost condusă după sistemul fus subțire ameliorat. Distanța de plantare a constituit 4,0 x 1,5 m.

Testarea produsului Auxiger în calitate de regulator de creștere, aplicat pentru sporirea proceselor de creștere a fructelor și producției de fructe de cireș din soiul Regina, s-a realizat în cadrul unei experiențe cu următoarele variante:

- varianta întâi (martor), unde nu s-a intervenit în niciun fel asupra coroanei pomilor;
- variantele a doua, a treia și a patra, în care s-a efectuat câte un singur tratament pe parcursul perioadei de creștere intensivă a fructelor (la 26.05.19) cu regulatorul de creștere Auxiger în dozele 0,5 l/ha, 0,7 l/ha și 0,9 l/ha. Produsul Auxiger include în componența sa 1-NAD (1,5 g/l) și 1-NAA (0,6 g/l).

Amplasarea parcelelor s-a făcut în blocuri, fiecare variantă având câte 4 repetiții. Fiecare repetiție cuprinde 7 pomi. La hotarele dintre parcelele și repetițiile experimentale s-a lăsat câte 1 pom netratat pentru a evita suprapunerea unor variante sau repetiții în timpul efectuării tratamentelor.

Tratarea pomilor s-a efectuat cu stropitoarea portabilă în orele fără vânt, de dimineață. Cantitatea de soluție la un pom a constituit 0,6 litri, calculată în funcție de numărul de pomi la o unitate de suprafață și cantitatea de apă recomandată de 1000 l/ha.

Determinarea conținutului pigmentilor clorofilieni și a carotenoidelor în frunză s-a efectuat după metoda elaborată de Vettshan (1957).

Numărul de fructe, greutatea medie a unui fruct, producția la un pom și la o unitate de suprafață s-au determinat în perioada recoltării. Recolta de fructe pentru fiecare variantă s-a stabilit prin cântărirea individuală a fructelor de pe cei 28 de pomi. Masa medie a unui fruct s-a stabilit prin cântărirea unei probe de 1 kg de cireșe din fiecare repetiție și numărarea ulterioară a lor.

Diametrul fructelor s-a stabilit în perioada de recoltare cu ajutorul echipamentului recomandat pentru sortarea fructelor.

Parametrii fructelor s-au determinat prin metoda măsurării. Înălțimea a constituit distanța cuprinsă dintre bază și vârf, iar diametrul mare și cel mic al fructelor s-au măsurat în partea ecuatorială a lor. Evaluarea parametrilor menționați s-a efectuat cu ajutorul șublerului, în perioada de recoltare, la 20 de fructe colectate la rând din fiecare repetiție.

Greutatea medie a sâmburelui constituie un indicator care s-a obținut după ce sâmburii au fost detașați de la pulpă, determinându-se prin metoda cântării. Ponderele sâmburelui în fruct s-a calculat ca raportul dintre greutatea a 20 de sâmburi și greutatea fructelor respective din fiecare repetiție, raportată în procente.

Pentru a reflecta cât mai veridic rezultatele indicelui de crăpare a fructelor de cireș, s-a stabilit atât indicele de crăpare natural, cât și cel teoretic. Indicele de crăpare natural a fost determinat prin metoda de calcul în perioada recoltării fructelor. După colectarea din coroana pomului a 100 de fructe la rând s-a stabilit numărul de fructe crăpate și, apoi, prin formula corespunzătoare, s-a stabilit valoarea indicelui de crăpare. Indicele de crăpare teoretic a fost determinat prin metoda descrisă de J. V. Christensen (1972). În cazul dat au fost colectate 50 de fructe uniforme după mărime și maturitate și au fost imersate în 2 litri de apă distilată cu temperatura de +20°C. Fructele au fost examinate după 2, 4 și 6 ore de imersare. La fiecare verificare, fructele crăpate erau scoase din apă. Indicele de crăpare a fructelor a fost calculat prin următoarea formulă:

$$IC = [(5a + 3b + c) / 250 \times 100],$$

unde: a – numărul de fructe crăpate după 2 ore; b – numărul de fructe crăpate după 4 ore; c – numărul de fructe crăpate după 6 ore.

Recoltarea fructelor din soiul Regina 5 s-a efectuat în două reprize, pe durata maturizării lor. Ponderea fructelor recoltate în fiecare repriză a fost determinată prin metoda de cântărire și calcul la pomii de evidență din fiecare variantă.

Fermitatea fructului la cireș s-a determinat cu ajutorul penetrometrului AGROSTA 100 (Firm Tech), care înregistrează valori de măsurare mai mari de 250 g/mm² și este recomandat pentru utilizare la fructele de cireș. Acest aparat fixează rezistența opusă de pulpă la pătrunderea unui piston cu suprafața de 2 mm². Evaluarea fermității pulpei s-a făcut în baza a 10 fructe luate în studiu, la care s-au efectuat măsurări cu ajutorul penetrometrului în zona ecuatorială, din două părți exact opuse, valorile înregistrate servind, ulterior, la calcularea mediei.

Pentru stabilirea conținutului de substanțe uscate solubile s-a folosit refractometrul portabil ATAGO N-20E, datele exprimându-se în Brix%. Aciditatea totală a fost determinată prin metoda de titrare cu soluție de 0,1% de NaON, după metoda descrisă de E. П. Широков (1985).

Prelucrarea statistică a datelor s-a efectuat prin metoda analizei dispersionale descrisă de Доспехов Б. А. (1985).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Produsul Auxiger, care are în componența sa ingrediente active pe bază de 1-NAD (1-naftilacetamidă) și 1-NAA (acid 1-naftilacetic), acționează la toate etapele de creștere și dezvoltare a pomilor de cireș (Peșteanu, A. et al. 2017).

Cercetările efectuate scot în evidență că tratarea cu produsul Auxiger a pomilor de cireș a influențat benefic conținutul de clorofilă „a” și „b” și suma acestora, precum și conținutul de carotenoizi. În cazul variantei martor, conținutul de clorofilă „a” a constituit 2,89 mg/dm², iar cel de clorofilă „b” – 0,87 mg/dm². Valoarea sumei clorofilei „a” și „b” în varianta respectivă a constituit 3,76 mg/dm², iar valoarea conținutului de carotenoizi – 1,03 mg/dm² (Tab. 1).

După aplicarea produsului Auxiger, în perioada de creștere intensivă a fructelor, s-a înregistrat o creștere a conținutului de clorofilă și a carotenoizilor în frunze. De exemplu, în cazul tratării cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha, conținutul clorofilei „a” în frunze a constituit 3,08 mg/dm², fiind cu 6,6% mai mare decât în varianta martor. La tratarea cu Auxiger în doza 0,7 l/ha, conținutul clorofilei „a” a înregistrat o majorare cu 8,0% comparativ cu varianta martor, iar la aplicarea produsului respectiv în doza 0,9 l/ha, conținutul clorofilei „a” a crescut cu 9,0% comparativ cu varianta martor.

Constatăm, astfel, că majorarea dozei de Auxiger de la 0,5 la 0,9 l/ha favorizează o creștere a indicelui în studiu (conținutul de clorofilă „a” în frunze) cu 2,3%.

Legitatea expusă anterior este valabilă și pentru conținutul de clorofilă „b”. Dacă, în cazul tratării cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha, conținutul clorofilei „b” în frunze a constituit 0,95 mg/dm², atunci în varianta cu Auxiger în doza 0,7 l/ha s-a înregistrat 0,99 mg/dm², ceea ce înseamnă o majorare cu 4,3% față de varianta precedentă și cu 13,8% față de varianta martor. La administrarea dozei maxime de Auxiger (0,9 l/ha) s-a înregistrat un conținut de clorofilă „b” de 1,01 mg/dm², adică o majorare cu 2,0% față de varianta cu Auxiger în doza 0,7 l/ha, cu 6,3% față de varianta cu Auxiger în doza 0,5 l/ha și cu 16,1% față de varianta martor.

Valoarea sumei clorofilei „a” și „b” în variantele tratate cu produsul Auxiger a constituit 4,03-4,16 mg/dm² sau cu 7,2–10,7% mai mult în comparație cu varianta martor. În cazul variantei tratate cu Auxiger în doza

0,5 l/ha, suma clorofilei „a” și „b” a constituit 4,03 mg/dm², mai mare cu 7,2% comparativ cu varianta martor. În varianta tratată cu Auxiger în doza 0,7 l/ha, suma clorofilei „a” și „b” a constituit 4,11 mg/dm², ceea ce înseamnă o majorare cu 9,3% comparativ cu varianta martor. În varianta cu doza maximă de tratare (0,9 l/ha), suma clorofilei „a” și „b” a constituit 4,16 mg/dm², fiind mai mare cu 10,6% comparativ cu varianta martor, cu 3,2% comparativ cu varianta cu Auxiger în doza 0,5 l/ha și cu 1,1% comparativ cu varianta cu Auxiger în doza 0,7 l/ha.

Cercetările efectuate în continuare scot în evidență că tratarea pomilor de cireș cu produsul Auxiger a sporit și conținutul carotenoizilor din plantă, înregistrându-se o majorare de la 1,09 până la 1,12 mg/dm². Această creștere s-a produs în rezultatul ameliorării activității proceselor fiziologice după aplicarea produsului Auxiger. Dacă, de exemplu, în cazul variantei tratate cu Auxiger în doza 0,5 l/ha, conținutul carotenoizilor din plantă a constituit 1,09 mg/dm², valoarea indicelui în studiu în varianta tratată cu Auxiger în doza 0,7 l/ha a fost de 1,12 mg/dm². Majorarea dozei de Auxiger de la 0,5 până la 0,7 l/ha a sporit cu 2,8% ponderea conținutului de carotenoizi din frunze, iar în varianta cu Auxiger în doza 0,9 l/ha, indicele în studiu a constituit 1,11 mg/dm², fiind la nivelul variantei precedente. Constatăm deci că majorarea dozei de Auxiger de la 0,7 până la 0,9 l/ha nu a sporit ponderea conținutului de carotenoizi din frunze.

Tabelul 1. Acțiunea produsului Auxiger asupra conținutului de clorofilă și carotenoizi în frunzele pomilor de cireș din soiul Regina

Nr. d/o	Variantele experienței	Conținutul pigmentilor clorofilieni, mg/dm ²			Conținutul carotenoizilor, mg/dm ²
		„a”	„b”	„a” + „b”	
1.	Martor	2,89	0,87	3,76	1,03
2.	Auxiger, 0,5 l/ha	3,08	0,95	4,03	1,09
3.	Auxiger, 0,7 l/ha	3,12	0,99	4,11	1,12
4.	Auxiger, 0,9 l/ha	3,15	1,01	4,16	1,11

Cercetările efectuate demonstrează că cele mai mari valori ale conținutului de clorofilă „a” și „b”, ale sumei lor și ale conținutului de carotenoizi s-au înregistrat la aplicarea produsului Auxiger în dozele 0,7 l/ha și 0,9 l/ha.

În orice activitate tehnologică, producția de fructe este indicele final, care reflectă modul și nivelul de aplicare a măsurilor agrotehnice în plantație.

Investigațiile efectuate cu produsul Auxiger arată că numărul de fructe în coroana pomilor nu diferă de la o variantă la alta (Tab. 2). Aceasta se explică prin faptul că, pentru a forma condiții identice de dezvoltare a fructelor, în coroana pomilor a fost lăsat un număr constant de fructe. Pentru a menține acest număr de fructe la pomii de evidență, după căderea ovarelor din iunie, încărcătura de fructe a fost corectată prin rărire, lăsându-se un număr cât mai exact de muguri de rod.

Astfel, dacă în varianta martor, fără tratare, pomii de cireș au format 890 de fructe, în varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha numărul de fructe a constituit 887 buc/pom, iar în varianta cu Auxiger în doza de 0,7 l/ha – 897 buc/pom. La aplicarea produsului respectiv în doza 0,9 l/ha, numărul de fructe a constituit 900 buc/pom (Tab. 2).

Chiar dacă numărul de fructe este, practic, același în variantele studiate, greutatea medie a unui fruct a înregistrat schimbări mari sub influența tratamentului cu Auxiger, efectuat în perioada de creștere intensă a fructelor, când fructele aveau 12–13 mm în diametru.

Valori mai mici ale greutății medii a unui fruct au fost înregistrate în varianta martor, fără tratare – 9,84 g. În continuare, în ordine crescândă, se plasează varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha – 10,3 g și varianta cu Auxiger în doza 0,9 l/ha, unde greutatea medie a unui fruct a constituit 10,67 g, ceea ce este cu 0,83 g mai mult comparativ cu varianta martor. În varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,7 l/ha, greutatea medie a unui fruct a constituit 10,74 g, cu 0,9 g mai mult comparativ cu varianta martor.

Studiind influența dozei de tratare asupra indicelui în studiu, constatăm că, odată cu mărirea cantității de produs de la 0,5 până la 0,9 l/ha, greutatea medie a fructelor se majorează, dar nu atât de evident precum s-a înregistrat între varianta martor și variantele tratate. Dacă, de exemplu, diferența dintre varianta martor și cea tratată cu Auxiger în doza 0,5 l/ha a constituit 0,46 g, atunci între varianta martor și cea tratată cu Auxiger în doza 0,7 l/ha s-a înregistrat o diferență de 0,9 g. Majorarea dozei de Auxiger la 0,9 l/ha a cauzat o diferență mai mică față de varianta martor, de 0,83 g. Rezultatele reflectate aici sunt confirmate și prin prelucrarea statistică.

Tabelul 2. Influența produsului Auxiger asupra cantității, greutății medii și producției de fructe de cireș din soiul Regina

Nr. d/o	Variantele experienței	Numărul de fructe, buc/pom	Greutatea medie, g	Producția de fructe		Față de martor, %
				kg/pom	t/ha	
1.	Martor	887	9,84	8,76	14,6	100,0
2.	Auxiger, 0,5 l/ha	890	10,3	9,17	15,28	104,7
3.	Auxiger, 0,7 l/ha	897	10,74	9,63	16,05	110,0
4.	Auxiger, 0,9 l/ha	900	10,67	9,60	16,00	109,6
	LDS 0,05%	43,3	0,39	0,40	-	-

Producția de fructe pe un pom și la o unitate de suprafață este în corelație directă cu numărul de fructe și greutatea medie a lor. Cea mai mică producție de fructe s-a înregistrat în varianta martor, constituind 8,76 kg/pom sau 14,60 t/ha.

În cazul tratării cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha, producția de fructe a constituit 9,17 kg/pom sau 15,28 t/ha, cu 4,7% mai mult comparativ cu varianta martor.

În varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,7 l/ha, producția de fructe a constituit 9,63 kg/pom sau 16,05 t/ha, ceea ce indică o majorare cu 9,9% comparativ cu varianta martor. În varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,9 l/ha, producția de fructe a constituit 9,60 kg/pom sau 16,00 t/ha. Altfel spus, cea mai mare valoare a producției de cireșe s-a înregistrat în varianta cu regulatorul de creștere Auxiger aplicat în doza 0,7 l/ha, fiind neesențial superioară variantei tratate cu doza 0,9 l/ha.

Analizând influența dozei de tratare asupra producției de fructe, observăm că, odată cu mărirea cantității de produs de la 0,5 la 0,7 l/ha, indicele în studiu se majorează, iar la mărirea dozei de la 0,7 la 0,9 l/ha, o creștere mai vădită a producției de fructe nu se înregistrează. Diferența dintre varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha și cea cu Auxiger în doza de 0,7 l/ha a constituit 5,2%, iar între varianta martor și varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha diferența a fost de 4,7%.

Diferența nesemnificativă dintre variantele tratate cu produsul Auxiger în dozele 0,5 l/ha și 0,7 l/ha este demonstrată și prin date statistice. Datele prelucrării statistice privind producția de fructe la un pom reflectă de asemenea o diferență statistică demonstrată între varianta martor și variantele tratate cu produsul Auxiger pe toate variantele în studiu.

Rezultatele obținute în continuare demonstrează că produsul Auxiger, utilizat pentru ameliorarea proceselor fiziologice în plante și intensificarea creșterii fructelor, aplicat în doza 0,7 l/ha sporește greutatea medie a fructelor și productivitatea plantației mai convingător decât dacă este aplicat în doza 0,9 l/ha, în varianta respectivă (a patra) înregistrându-se o diminuare neînsemnată comparativ cu variantele precedente.

Studiind mărimea fructului de cireș la pomii din soiul Regina, am înregistrat că valori mai mari are diametrul mare al lor (d_1), apoi, în descreștere, înălțimea și diametrul mic (d_2). Astfel, pe parcursul cercetărilor, diametrul mare în variantele luate în studiu a fost de 30,5–31,4 mm, pe când indicele înălțimii și cel al diametrului mic al fructelor au constituit 27,8–29,0 și, respectiv, 27,0–28,1 mm (Tab. 3).

Tabelul 3. Influența produsului Auxiger asupra calității fructelor de cireș din soiul Regina

Nr. d/o	Variantele experienței	Mărimea, mm			H/D	Greutatea medie a sâmburelui, g	% sâmbure
		Înălțimea (h)	Diametrul mare (d_1)	Diametrul mic (d_2)			
1.	Martor	27,8	30,5	27,0	0,91	0,57	5,7
2.	Auxiger, 0,5 l/ha	28,5	31,1	27,7	0,92	0,58	5,5
3.	Auxiger, 0,7 l/ha	28,8	31,3	28,1	0,92	0,59	5,4
4.	Auxiger, 0,9 l/ha	29,0	31,4	28,1	0,92	0,59	5,4

Cercetările efectuate arată că, în cadrul variantelor studiate, cea mai mică înălțime a unui fruct a fost înregistrată în varianta martor, fără tratare – 27,8 mm. În continuare, în creștere, se plasează varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha – 28,5 mm (cu 2,5% mai mult comparativ cu varianta martor),

apoi varianta cu Auxiger în doza 0,7 l/ha, unde înălțimea unui fruct a constituit 28,8 mm (cu 3,6% mai mult comparativ cu varianta martor). În varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,9 l/ha, înălțimea unui fruct a constituit 29,0 mm, ceea ce este cu 4,3% mai mult comparativ cu varianta martor.

Analizând influența dozei de tratare, observăm că, o dată cu majorarea cantității de produs administrat de la 0,5 l/ha până la 0,9 l/ha, înălțimea unui fruct crește, dar diferența nu este atât de evidentă precum cea înregistrată între varianta martor și variantele tratate. Astfel, diferența dintre varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha și cea cu doza de 0,7 l/ha a constituit 1,1%, iar între varianta Auxiger în doza 0,5 l/ha – 1,8%. Între varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,7 l/ha și cea cu doza de 0,9 l/ha diferența înregistrată a fost minimă, de 0,03%.

La data recoltării, cea mai mică valoare a diametrului mare la fructele de cireș a fost înregistrată în varianta martor – 30,5 mm. În variantele tratate cu produsul Auxiger, valorile indicelui în studiu au crescut, situându-se între 31,1 și 31,4 mm, ceea ce e cu 0,6–0,9 mm mai mult în comparație cu varianta martor. Majorarea dozei tratării n-a influențat semnificativ parametrul dat la fructele de cireș din soiul Regina. Legitatea expusă pentru diametrul mare al fructelor de cireș este valabilă și pentru diametrul mic al lor, existând doar mici devieri neesențiale între variante.

Tratamentul aplicat cu produsul Auxiger a acționat și asupra raportului dintre înălțimea și diametrul mare al fructelor. Cele mai mici valori ale acestui coraport au fost înregistrate în varianta martor – 0,91. În variantele tratate cu produsul Auxiger, indicele care reflectă raportul dintre înălțimea și diametrul mare al fructelor a constituit 0,92.

Mărirea sâmburelui în fruct este un element important pentru calitate, dar și pentru productivitatea soiului. La multiple soiuri de cireș, proporția sâmburelui în fruct constituie în jur de 7,0%. Cercetările efectuate au arătat că greutatea medie a sâmburilor în varianta martor, fără tratare, a fost de 0,57 g, iar în cazul tratării cu produsul Auxiger indicele în studiu a înregistrat aproximativ aceleași valori, adică 0,58–0,59 g.

Ponderea sâmburelui în fruct este influențată de greutatea medie a sâmburelui și de greutatea medie a fructului. În cadrul experienței, în variantele tratate cu produsul Auxiger, ponderea sâmburelui a constituit 5,4–5,5%. În varianta martor, fără tratare, indicele în studiu a fost mai mare și a constituit 5,7%.

Constatăm deci că tratarea efectuată cu produsul Auxiger în perioada creșterii intensive a cireșelor a avut o influență pozitivă atât asupra înălțimii, lățimii și grosimii fructului, cât și asupra ponderii sâmburelui în fruct.

Datele din tabelul 4 confirmă ipoteza conform căreia producția de fructe obținută în variantele studiate diferă de la o variantă la alta, înregistrând valori mai mari în cazul tratării cu produsul Auxiger.

Conform datelor obținute, în varianta martor, fără tratare, ponderea fructelor cu diametrul de 22–26 mm a fost de 24,9%, a celor cu diametrul de 26–30 mm a constituit 31,6%, iar ponderea fructelor cu diametrul mai mare de 30 mm a fost de 43,5%. Astfel, fructele cu diametrul mai mare de 26 mm au alcătuit 75,1% în varianta martor.

Tabelul 4. Influența produsului Auxiger asupra redistribuirii fructelor în funcție de diametrul lor pe pomii de cireș din soiul Regina

Nr. d/o	Variantele experienței	Ponderea fructelor (%) în funcție de diametrul (mm) lor		
		22-26	26-30	>30
1.	Martor	24,9	31,6	43,5
2.	Auxiger, 0,5 l/ha	13,7	28,0	58,3
3.	Auxiger, 0,7 l/ha	11,9	26,9	61,2
4.	Auxiger, 0,9 l/ha	12,0	27,1	60,9

În cazul tratării cu Auxiger, calitatea fructelor de cireș s-a ameliorat comparativ cu varianta martor. La aplicarea produsului Auxiger în doza 0,5 l/ha, ponderea fructelor cu diametrul de 22–26 mm s-a diminuat în comparație cu varianta martor și a constituit 13,7%, a celor cu diametrul de 26–30 mm a constituit 28,0%, iar ponderea fructelor cu diametrul mai mare de 30 mm s-a majorat cu 14,8% față de varianta precedentă. Astfel, în varianta a doua, ponderea fructelor cu diametrul mai mare de 26 mm a constituit 86,3%, adică cu 11,2% mai mult în comparație cu varianta martor.

Legitatea expusă anterior este valabilă și pentru varianta cu Auxiger în doza 0,7 l/ha. Ponderea fructelor cu diametrul de 22–26 mm în varianta dată a constituit 11,9%, a celor cu diametrul de 26–30 mm

a fost de 26,9%, iar ponderea fructelor cu diametrul mai mare de 30 mm a constituit 61,2%. În varianta respectivă s-au înregistrat valori mai mari în comparație cu varianta martor și varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha.

Analizând influența dozei de tratare asupra repartizării fructelor de cireș în funcție de diametru, înregistrăm că, odată cu mărirea cantității de produs administrat de la 0,5 l/ha până la 0,9 l/ha, indicii în studiu se majorează, dar diferențele nu sunt atât de evidente precum între variantele tratate și martor. Astfel, dacă diferența dintre ponderea fructelor de cireș cu diametrul mai mare de 26 mm din varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha și indicii respectiv din varianta cu doza de 0,7 l/ha a constituit 1,8%, diferența respectivă între varianta martor și varianta tratată cu Auxiger în doza 0,5 l/ha a constituit 11,2%. În cazul variantei martor și al celei tratate cu Auxiger în doza 0,7 l/ha, diferența a fost de 13,0%, iar în cazul variantei martor și al celei tratate cu Auxiger în doza 0,9 l/ha, diferența înregistrată a fost de 12,9%.

La această etapă a cercetării se poate afirma că regulatorul de creștere Auxiger, utilizat pentru ameliorarea proceselor fiziologice în plante și intensificarea creșterii fructelor, în toate variantele studiate sporește calitatea și diametrul mediu al fructelor, iar cele mai bune rezultate s-au înregistrat în varianta unde tratarea s-a efectuat cu produsul Auxiger în doza 0,7 l/ha.

Crăparea este un fenomen care apare în zona punctului stilar, lateral vertical, longitudinal ori circular, în zona cavității pedunculare și se poate produce în fenofazele de pârgă și maturare a fructelor de cireș. Factorii ce provoacă fenomenul de crăpare a fructelor sunt de ordin chimic, tehnologic, genetic și influențează data maturării cireșelor, intensitatea transpirației, capacitatea de absorbție potențială a apei la nivelul radicular și al tegumentelor fructelor (Christensen, J. V. 1972; Rehman, M. et al. 2015).

Fructele de cireș sunt mai predispuse la crăpare în perioada când încep a trece de la culoarea galbenă la cea purpurie și până când devin negre, adică la etapa maturării de consum. În anul de referință, în perioada de studiu au fost înregistrate trei zile în care a căzut o cantitate relativ mai mare de precipitații atmosferice. În perioada când fructele aveau culoarea galbenă cu purpuriu (14.06.2019) au căzut 16,6 mm de precipitații atmosferice, apoi, la trecerea la culoarea roșie (25.06.2019), precipitațiile atmosferice înregistrate au fost de 13,2 mm, iar în perioada înnegrii (03.07.2019) cantitatea precipitațiilor atmosferice a constituit 27,0 mm. Practic, de la colorarea fructelor în galben-purpuriu și până la recoltare, precipitațiile atmosferice căzute au constituit 56,8 mm.

Aceste precipitații nu au influențat indicii de crăpări naturale la fructele de cireș din soiul Regina. Cercetările efectuate demonstrează că cea mai mare valoare a indicelui dat în urma precipitațiilor atmosferice căzute în perioada maturării lor s-a înregistrat în varianta martor, fără tratare – 1,0%. În cazul tratării cu produsul Auxiger nu s-au înregistrat fructe crăpate în mod natural în rezultatul averselor căzute în perioada maturării fructelor.

Pentru rezultate mai elocvente privind indicii de crăpare a fructelor la soiul de cireș Regina s-a recurs la metoda descrisă de Christensen J. V. (1972). Experiențele efectuate prin imersarea în apă distilată, timp de 2 ore, a cireșelor au arătat că, în varianta martor, s-a înregistrat un singur fruct crăpat. După 4 ore de aflare în apă a cireșelor din aceeași variantă s-a înregistrat un singur fruct crăpat, iar după 6 ore – 5 fructe. Conform rezultatelor obținute, indicii de crăpări artificiale la soiul Regina a constituit 5,2% (Tab. 5).

În cazul tratării cu produsul Auxiger, după imersarea în apă a fructelor pe parcursul a 2 și 4 ore nu au fost înregistrate cireșe crăpate. La majorarea perioadei de menținere a fructelor în apă până la 6 ore, calitatea cireșelor s-a diferențiat de rezultatele înregistrate în varianta martor. În varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha, numărul fructelor crăpate în mod artificial a constituit 3 bucăți după șase ore de imersare în apă distilată.

Constatări de mai sus sunt valabile și pentru variantele unde s-a aplicat produsul Auxiger în dozele 0,7 l/ha și 0,9 l/ha. În variantele date, numărul fructelor crăpate după aflare în apă a constituit 2 bucăți, adică s-a micșorat în comparație cu varianta martor de 2,5 ori.

Analizând influența dozei de tratare asupra gradului de crăpare artificială a fructelor, constatăm că, odată cu mărirea cantității de produs administrat de la 0,5 până la 0,9 l/ha, indicii în studiu nu se majorează vădit de la o variantă tratată la alta, diferențe considerabile existând doar între varianta martor și variantele tratate. Dacă, de exemplu, diferența dintre indicii de crăpări din varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha și indicii din varianta cu Auxiger în doza de 0,7 l/ha a constituit 0,4%, atunci între varianta martor și varianta tratată cu Auxiger în doza 0,5 l/ha această diferență a constituit 4,0%, iar între varianta martor și variantele cu Auxiger în dozele 0,7 l/ha și 0,9 l/ha – 4,4%.

Tabelul 5. Influența produsului Auxiger asupra gradului de crăpare a fructelor de cireș din soiul Regina

Nr. d/o	Variantele experienței	Indicele crăpării naturale, %	Fructe crăpare artificial, buc.			Indicele crăpării teoretice, %
			după 2 ore	după 4 ore	după 6 ore	
1.	Martor	1	1	1	5	7,0
2.	Auxiger, 0,5 l/ha	-	-	-	3	3,0
3.	Auxiger, 0,7 l/ha	-	-	-	2	2,0
4.	Auxiger, 0,9 l/ha	-	-	-	2	2,0

Perioada optimă de recoltare a cireșelor se stabilește în funcție de modul de valorificare a fructelor. Trebuie să se țină cont și de faptul că maturarea cireșelor are loc eșalonat și că după desprinderea lor din coroana pomului nu mai au loc procese fiziologice de îmbunătățire a calității, așa cum se întâmplă la alte specii. În legătură cu aceasta, fructele de cireș se recoltează, de obicei, în două etape, când acestea au cea mai mare valoare alimentară și cel mai bun gust. Cireșele destinate pentru export se recoltează cu 2-3 zile mai înainte. Momentul potrivit de recoltare se determină, de regulă, empiric, în baza experienței, ținând cont de culoarea fructelor, întrucât alt indice mai exact nu există. Astfel, cireșele se culeg când au căpătat culoarea specifică soiului, pulpa se înmoaie, iar pedunculul se desprinde ușor de pe formațiunea de rod.

Cercetările efectuate au demonstrat că tratarea efectuată cu produsul Auxiger a intensificat inclusiv procesul de colorare a fructelor. Soiul Regina este un soi cu maturare târzie, fructele ating momentul optim de recoltare eșalonat și sunt colectate în 2 reprize.

În practica pomicolă, la cultura cireșului o importanță majoră are ponderea fructelor colectate la prima și la a doua etapă de recoltare. Conform cercetărilor întreprinse, în varianta martor, în prima etapă de recoltare (07.07.2019) s-au colectat 46,2% din fructe din coroana pomilor, restul (53,8%) recoltându-se în cadrul celei de-a doua etape (10.07.2019) (Tab. 6).

În toate variantele tratate cu produsul Auxiger s-a constatat majorarea cantității de fructe recoltate în prima etapă. În cazul variantei tratate cu Auxiger în doza 0,5 l/ha, ponderea fructelor colectate în prima repriză a constituit 65,4% ori cu 19,2% mai mult în comparație cu varianta martor. La aplicarea produsului Auxiger în doza 0,7 l/ha, indicele studiat a constituit 69,2%, adică a crescut față de varianta martor cu 23,0%.

Aceste constatări rămân valabile și pentru varianta tratată cu doza 0,9 l/ha, unde indicele studiat a constituit 69,9%, ceea ce înseamnă o creștere cu 23,7% față de varianta martor și cu 3,8% față de varianta cu Auxiger în doza 0,5 l/ha. Diferența dintre varianta cu Auxiger în doza 0,7 l/ha și cea cu Auxiger în doza 0,9 l/ha a constituit 0,7%, sporul fiind în favoarea ultimei variante.

Tabelul 6. Influența produsului Auxiger asupra ponderii de fructe din soiul Regina colectate la atingerea perioadei optime de recoltare, %

Nr. d/o	Variantele experienței	Perioada efectuării recoltării	
		07.06.2019	10.07.2019
1.	Martor	46,2	53,8
2.	Auxiger, 0,5 l/ha	65,4	34,6
3.	Auxiger, 0,7 l/ha	69,2	30,8
4.	Auxiger, 0,9 l/ha	69,9	30,1

Cercetările efectuate demonstrează că o pondere mai mare de cireșe din soiul Regina colectate în prima etapă de recoltare s-a înregistrat în variantele tratate cu produsul Auxiger, atât în doza 0,5 l/ha, cât și în dozele 0,7 și 0,9 l/ha.

Un alt aspect foarte important este ca cireșele să fie recoltate la momentul optim, pentru a asigura gustul specific al soiului și valoarea nutritivă a fructelor. Datele obținute (Tab. 7) arată că, în variantele studiate, fermitatea pulpei cireșelor la data efectuării recoltării (07.07.2019) a constituit 310–326 g/mm². Cea mai mică valoare a fermității pulpei (310 g/mm²) a fost înregistrată în varianta martor, fără tratare.

În cazul aplicării produsului Auxiger înregistrăm o creștere a indicelui dat până la 320 – 326 g/mm², mai mult cu 10–16 g/mm² față de varianta martor. Mărirea dozei de tratare n-a influențat semnificativ fermitatea pulpei.

Conținutul în substanțe uscate solubile este o însușire a soiului după care se poate stabili momentul optim de recoltare. Conform datelor obținute, substanțele uscate solubile, la soiul Regina, au constituit 14,6–15,0% în variantele de studiu.

Tabelul 7. Influența produsului Auxiger asupra fermității și indicilor biochimici ai fructelor de cireș din soiul Regina

Nr. d/o	Variantele experienței	Fermitatea, g/mm ²	Substanțe uscate solubile, %	Aciditate titrabilă, %	Vitamina C, mg%
1.	Martor	310	14,6	0,72	15,1
2.	Auxiger, 0,5 l/ha	320	14,8	0,68	16,4
3.	Auxiger, 0,7 l/ha	325	15,0	0,67	16,4
4.	Auxiger, 0,9 l/ha	326	14,9	0,67	16,3

Valori mai mici ale ponderii substanțelor uscate solubile s-au înregistrat în varianta martor, fără tratare – 14,6%. Tratamentele efectuate cu produsul Auxiger au condus la o creștere a indicelui în studiu până la 14,8–15,0%. Astfel, ponderea conținutului de substanțe uscate solubile în fructe sporește cu 0,2–0,4% comparativ cu varianta martor.

Observațiile privind influența dozei de tratare asupra conținutului de substanțe uscate solubile în fructe demonstrează că, odată cu mărirea cantității de produs administrat de la 0,5 l/ha până la 0,7 l/ha și de la 0,7 l/ha până la 0,9 l/ha, indicele în studiu sporește neînsemnat. De exemplu, diferența dintre varianta tratată cu produsul Auxiger în doza 0,5 l/ha și cea cu Auxiger în doza de 0,7 l/ha a constituit 0,2%, între varianta martor și varianta tratată cu Auxiger în doza 0,5 l/ha înregistrându-se aceeași diferență, de 0,2%. Diferența dintre varianta martor și varianta tratată cu Auxiger în doza 0,7 l/ha a constituit 0,4%, iar între varianta martor și varianta tratată cu Auxiger în doza 0,9 l/ha s-a constatat o diferență de 0,3%.

Ponderea acizilor titrabili din fructele de cireș este condiționată nemijlocit de conținutul de substanțe uscate solubile. Odată cu micșorarea indicelui din urmă se majorează ponderea acizilor titrabili, valori mai mari înregistrându-se în varianta martor – 0,72%.

La aplicarea produsului Auxiger în doza 0,5 l/ha, ponderea acizilor titrabili în fructe a constituit 0,68%, mai puțin cu 0,04% comparativ cu varianta martor. Tratările efectuate cu produsul Auxiger în dozele 0,7 l/ha și 0,9 l/ha au diminuat ponderea acizilor titrabili în variantele respective până la 0,67%, ceea ce este cu 0,05% mai puțin în comparație cu varianta martor.

La aprecierea calității fructelor, o caracteristică principală pentru fructele de cireș o reprezintă vitamina C. În cadrul experienței noastre, cea mai scăzută cantitate de vitamina C s-a înregistrat în varianta martor – 15,1mg%.

În variantele tratate cu produsul Auxiger în dozele 0,5 l/ha și 0,7 l/ha, ponderea vitaminei C a sporit până la 16,4 mg%, cu 1,3 mg% mai mult comparativ cu varianta martor. În cazul variantei tratate cu Auxiger în doza 0,9 l/ha, ponderea vitaminei C a constituit 16,3 mg%, ceea ce înseamnă o majorare cu 1,2% comparativ cu varianta martor și o majorare cu 0,1% comparativ cu celelalte variantele tratate cu Auxiger.

Cercetările efectuate demonstrează că cele mai bune rezultate privind fermitatea pulpei, conținutul de substanțe uscate solubile, aciditatea titrabilă și ponderea vitaminei C în fructele de cireș se înregistrează în cazul aplicării produsului Auxiger în doza 0,7 l/ha.

CONCLUZII

Produsul Auxiger poate fi utilizat în procesul tehnologic de către producătorii de cireșe din Republica Moldova pentru activizarea proceselor fiziologice în cadrul coroanei pomilor de cireș, pentru diminuarea efectului negativ al factorilor biotici și abiotici și pentru creșterea greutateii medii a fructelor.

Produsul Auxiger se recomandă a fi administrat în doza 0,7 l/ha, aplicat o singură dată, prin stropire foliară, în perioada de creștere intensivă a fructelor, când diametrul lor este de 12–13 mm.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ASĂNICĂ, Adrian (2012). Cireșul în plantațiile moderne: între compatibilitate și incompatibilitate. București: Ceres, 2012. 152 p. ISBN 978-973-40-0957-2.
2. BABUC, V. (2012). Pomicultura. Chișinău. 662 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
3. BALAN, V., CIMPOIEȘ, Gh., BARBĂROȘIE, M. (2001). Pomicultura. Chișinău: Museum. 453 p. ISBN 9975-906-39-7.
4. BALAN, V. (2015). Tehnologii pentru intensificarea culturii mărului și cireșului. In: Akademos. 2015, nr. 3(38), pp. 82-87. ISSN 1857-0461.
5. BUDAN, S., GRADINARIU, G. (2000). Cireșul. Iași: Ed. Ion Ionescu de la Brad. 264 p. ISBN 973-8014-11-5.
6. CIMPOIEȘ, Gh. (2018). Pomicultura specială. Chișinău: Print Caro. 557 p. ISBN 978-9975-56-572-1.
7. CHRISTENSEN, J.V. (1972). Cracking in cherries. III. Determination of cracking susceptibility. In: Acta Agriculturae Scandinavica, vol. 22(2), pp. 128-136. ISSN 0906-4710.
8. DONICA, I., CEBAN, E., RAPCEA, M., DONICA, A. (2005). Cultura cireșului. Chișinău, 115 p. ISBN 9975-62-126-0.
9. LONG, L., PEȘTEANU, A., LONG, M., GUDUMAC, E. (2014). Producerea cireșilor. Chișinău: Editura Bons Offices. 258 p. ISBN 978-9975-120-43-2.
10. NEAMȚU, G., IRIMIE, F. (1991). Fitoregulatori de creștere: aspecte biochimice și fiziologice. București, 332 p. ISBN 973-40-0182-5.
11. PEȘTEANU, A., BALAN, V., IVANOV, I. (2017). Influence of growth regulator Auxiger on development and fructification of cherry trees. In: Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. Timișoara, vol. 21(2), pp. 1-6. ISSN 2066-1797.
12. PEȘTEANU, A., BALAN, V., IVANOV, I., LOZAN, A. (2018). Effect of Auxiger grow regulator on development and fructification of Regina cherry variety. In: BAHȚE, vol. 47(2), nr. special, pp. 50-57. ISSN 1300-8943.
13. REHMAN, M., RATHER G.H., MIR, M.M. et al. (2015). Causes and Prevention of Cherry Cracking: A Review. In: Crop Production and Global Environmental Issues, pp. 543-552, DOI 10.1007/978-3-319-23162-4_19.
14. ROZPARA, E. (2005). Intensywny sad ceresniowy. Warszawa. 245 p. ISBN 9788389211521.
15. STERN, R.A., FLAISHMAN, M., APPLEBAU, S., BEN-ARIE, R. (2007). Effect of synthetic auxins on fruit development of "Bing" cherry (*Prunus avium* L.). In: Scientia Horticulturae, vol. 114(4), pp. 275-280. DOI 10.1016/j.scienta.2007.07.010
16. WETTSTEIN, D. (1957). Chlorophyll letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. In: Experimental Cell Research, vol. 12(3), pp. 427-506. ISSN 1090-2422.
17. WHITING, M.D., OPHARDT, D. (2005). Comparing novel sweet cherry crop load management strategies. In: HortScience, vol. 40, pp. 1271-1275. DOI 10.21273/HORTSCI.40.5.1271
18. ZHANGA, C., WHITING, M. (2013). Plant growth regulators improve sweet cherry fruit quality without reducing endocarp growth. In: Scientia Horticulturae, vol. 150, pp. 73-79. ISSN 0304-4238.
19. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат. 351 с.
20. ШИРОКОВ, Е.П. (1985). Практикум по технологии хранения и переработки плодов и овощей. Москва, Агропромиздат, 192 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

PEȘTEANU Ananie*  <https://orcid.org/0000-0002-8985-7101>

doctor în științe agricole, conferențiar universitar, Catedra Horticultură, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: a.pesteanu@uasmd.md

CUMPANICI Andrei

doctor în științe tehnice, conferențiar universitar, Catedra Tehnologia produselor alimentare, Universitatea Tehnică din Moldova

E-mail: andrei.cumpanici@gmail.com

LOZAN Andrei

doctorand, Școala Doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: andreas.eden4@gmail.com

*Corresponding author: a.pesteanu@uasmd.md

Data prezentării articolului: 30.10.2020

Data acceptării articolului: 28.11.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4320918

CZU: CZU: 633.15:631.573:632.651

OBSERVAȚII ASUPRA VIERMELUI VESTIC AL RĂDĂCINILOR DE PORUMB (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LE CONTE, 1868) ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Svetlana BACAL, Galina BUȘMACHIU, Daniela BURDUJA

Abstract. The paper includes new data on the distribution of the Western Corn Rootworm – *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, 1868 in the Republic of Moldova. The research was carried out in August, 2020 around the Municipality of Chisinau, the Central and Southern Regions of the country. For the Northern Region, the presence of the pest was confirmed in 2016. In total, 20 corn fields from 15 localities were investigated and 117 specimens of dangerous insects were collected. The pest was present in 11 corn fields from 8 localities, while in the other fields, adults were not observed, but some plants showed traces of the pest's visit.

Key words: *Diabrotica virgifera virgifera*; *Zea mays*; Republic of Moldova.

Rezumat. Lucrarea expune informații referitoare la prezența viermelui vestic al rădăcinilor de porumb (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, 1868) în Republica Moldova. Cercetările s-au desfășurat în luna august, anul 2020, au avut un aspect faunistic și au vizat Municipiul Chișinău, Regiunea de Dezvoltare Centru și Regiunea de Dezvoltare Sud, întrucât pentru Regiunea de Dezvoltare Nord prezența dăunătorului era confirmată din 2016. În total au fost investigate 20 de lanuri de porumb din 15 localități. Au fost colectate 117 exemplare din 11 lanuri de porumb din 8 localități. În celelalte lanuri, adulți nu au fost sesizați, dar unele plante prezentau urme de vizită a dăunătorului.

Cuvinte-cheie: *Diabrotica virgifera virgifera*; *Zea mays*; Republica Moldova.

INTRODUCERE

Porumbul, alături de grâu și orez pe plan mondial, este una dintre cele mai importante culturi cerealiere de valoare alimentară, industrială și furajeră. Suprafața mondială cultivată cu porumb în anul 2019 a fost estimată la aproximativ 200 milioane de hectare. Conform Departamentului Agriculturii din Statele Unite, liderii producției de porumb au fost Statele Unite, China și Brazilia, care au cultivat 48% din suprafața totală sau 702 milioane tone de porumb pentru boabe (Родак, Н. 2020). Suprafața cultivată cu porumb în Republica Moldova în anul 2019 a fost de 492,1 mii ha sau 2,115 mii tone de porumb pentru boabe (Biroul Național de Statistică a Republicii Moldova, 2019).

În prezent, porumbul este atacat de unul dintre cei mai periculoși dăunători – viermele vestic al rădăcinilor de porumb sau *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, 1868, care provoacă daune atât în stadiul de adult, cât și în stadiul de larvă. Larvele atacă puternic sistemul radicular al plantelor, acest fapt fiind mai evident în anii secetoși, iar adulții se hrănesc cu frunzele plantei, cu polenul spicelor, mătasea știuleților sau cu polenul altor plante spontane din împrejurimi.

Dăunătorul este originar din America Centrală și a fost înregistrat pentru prima dată în Europa în orașul Belgrad (Serbia) în anul 1992, ulterior, într-un interval de numai 6 ani, extinzându-se în toată Serbia (Фролов, А.Н. 2012). În anii 1996–1998 s-a răspândit rapid în Regiunea Balcanică, fiind depistat în Bosnia și Herțegovina, Croația, o parte din România și Slovenia (Roșca, I. 2011). Concomitent, în anul 1998 a fost semnalat în Bulgaria și Italia, în anul 2000 – în Slovacia și Elveția, iar în 2001 – în Ucraina. În anul 2002, dăunătorul a fost identificat deja în Austria, Cehia și Franța, iar din 2003 – și în Marea Britanie, Olanda, Belgia și Slovenia. În 2005 apare în Polonia, în 2007 – în Germania, în 2009 – în Belarus, iar din 2011 – și în Rusia.

Până în anul 2011, dăunătorul era semnalat deja în 22 de țări din Europa. Viteza de răspândire fiind de aproximativ 25-50 km/an (Pălăgieșu, I. 2001), dar cu ajutorul vântului se poate deplasa și până la 300 km/an (Grozea, I. 2003).

În Republica Moldova, conform spuselor unor agricultori, dăunătorul a fost semnalat în câmpurile de porumb din Regiunea de Dezvoltare Nord (RDN) încă la începutul anului 2010, dar primele mențiuni în literatura de specialitate apar abia după 2016 (Voineac, V. et al. 2016; Mihailov, I. et al. 2019; Bacal, S. et al. 2020). În Bacău (România), dăunătorul era prezent deja în 2007 (Părău, T. et al. 2017), ceea ce confirmă spusele agricultorilor din țara noastră. Conform site-ului ANSA, diabrotica a fost depistată în unele raioane din nordul republicii (Briceni, Edineț, Râșcani) (ANSA, 2020).

Atacul de *Diabrotica virgifera virgifera* asupra plantei scade semnificativ producția de știulete, dăunătorul fiind și un purtător al diferitor agenți patogeni (fungi, bacterii și viruși), care provoacă putregaiul rădăcinilor și al știuleților.

Conform datelor Ministerului Agriculturii din SUA, anual, dăunătorul aduce prejudicii în sumă de 1 miliard de dolari SUA, pagubele cauzate atât de pierderea recoltei, cât și de tratamentele chimice contra dăunătorului (Krysan, J. et al. 1986).

În țara noastră, în prezent, *diabrotica* figurează, pe site-ul ANSA, ca dăunător de carantină, iar în Rusia a fost inclusă în lista speciilor de carantină în 2014 (Приказ Минсельхоза РФ, 2014). În același timp, în 2014, Uniunea Europeană a retras specia din lista de carantină, dat fiind că metodele de eradicare și de împiedicare a răspândirii dăunătorului nu au fost eficiente și specia s-a extins rapid pe tot subcontinentul (Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2014).

Lucrarea de față are drept scop evaluarea stării actuale a dăunătorului în Regiunea de Dezvoltare Centru (RDC), Regiunea de Dezvoltare Sud (RDS) și Municipiul Chișinău din Republica Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile privind prezența și distribuția dăunătorului în lanurile de porumb din Regiunea de Dezvoltare Centru a Republicii Moldova, Regiunea de Dezvoltare Sud și Municipiul Chișinău au fost efectuate în anul 2020.

Exemplare ale speciei *Diabrotica virgifera virgifera* au fost colectate în luna august a anului 2020 din lanurile de porumb amplasate în localitățile: Vărzărești (Nisporeni) (2 loturi), Ialoveni (Ialoveni), Sociteni (Ialoveni) (2 loturi), Bardar (Ialoveni) (2 loturi), Băcioi (Municipiul Chișinău), Brăila (Municipiul Chișinău), Zăicana (Criuleni) și Grigorievca (Căușeni). Prezența dăunătorului a mai fost verificată în câmpurile de porumb din localitățile Dănceni (Ialoveni), Hagimus (Căușeni), Molovata (Dubăsari), Mirnoe (Taraclia), Răzeni (Ialoveni) (2 câmpuri), Seliște (Nisporeni) și Troița Nouă (Anenii Noi) (2 câmpuri). Adulții au fost observați și colectați manual direct de pe plantele de porumb cu înălțimea de până la 1,5-1,8 m, fiind extrem de activi și greu de colectat deoarece zboară imediat cum sunt deranjați.

În lanurile de porumb din localitățile Vărzărești (lotul 2), Ialoveni și Sociteni (lotul 2) au fost examinate câte 40 de plante dintr-un singur rând. Celelalte loturi de porumb amplasate în localitățile enumerate mai sus au fost doar verificate la prezența dăunătorului, fiind colectate primele câteva exemplare de dăunători. Lanurile de porumb, parțial uscate, la fel prezentau semne de vizită a dăunătorului prin prezența excrementelor și a mătăsii la teaca frunzelor.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În rezultatul verificărilor minuțioase realizate în cele 20 de lanuri de porumb amplasate în 15 localități au fost obținute date noi privind distribuția speciei *Diabrotica virgifera virgifera* în RDC, RDS și Municipiul Chișinău. Prezența dăunătorului a fost semnalată în 11 lanuri de porumb, pentru fiecare lot fiind prezentată o informație succintă referitoare la localitate, data de colectare, suprafață, înălțimea plantei, numărul de exemplare colectate (Tabelul 1). În total, în cadrul investigațiilor au fost colectate 117 exemplare de *Diabrotica virgifera virgifera*. Dintre acestea, 114 exemplare aveau abdomenul de culoare galben-verzuie și numai 3 exemplare aveau nuanța corpului portocalie – 2 fiind colectate la Vărzărești (lotul 2) și 1 exemplar la Ialoveni.

În lanurile de porumb din localitățile Vărzărești (lotul 2), Ialoveni și Sociteni (lotul 2) au fost identificate cele mai multe exemplare de dăunător – 53, 26 și, respectiv, 17. Pe unele plante de porumb din aceste localități au fost colectate mai mult de 3 exemplare, care erau depistate pe frunze, mătase ori la teaca frunzelor, la înălțimea de până la 1,5 m. Celelalte plantații de porumb incluse în tabel au fost verificate doar la prezența dăunătorului, fiind colectate primele câteva exemplare. Câmpurile de porumb amplasate în luncile râurilor, pe șesuri umede, prezentau plante bine dezvoltate, deși atacate de dăunător. S-a mai observat că exemplarele mature ale dăunătorului erau active dimineța, când temperatura aerului nu depășea 20-22°C, iar în timpul zilei, pe timp de arșiță, la 32°C, indivizii se ascundeau la încheieturile frunzelor.

La prezența dăunătorului au mai fost verificate și alte câmpuri de porumb din localitățile Dănceni, Hagimus, Molovata, Mirnoe, Răzeni, Seliște și Troița Nouă, în care porumbul era uscat din cauza sece-

tei, subdezvoltat sau fără știuleți. În asemenea câmpuri nu au fost semnalate exemplare ale dăunătorului. În condițiile climaterice ale anului 2020, cultura de porumb din lanurile investigate era insuficient dezvoltată și uscată prematur. O parte din porumbul uscat și subdezvoltat prezenta semne vădite de dăunare pe frunze sub forma unor fâșii roase și rosături spre vârful limbului.

Tabelul 1. Prezența dăunătorului în lanurile de porumb din Regiunea de Dezvoltare Centru, Regiunea de Dezvoltare Sud și Municipiul Chișinău, Republica Moldova

N.	Localitatea	Data colectării	Suprafața (m ²)	Înălțimea plantei (m)	Exemplare
1	Bardar (lotul 1)	05.08.20	700	2,5 - 3	5
2	Bardar (lotul 2)	05.08.20	1000	2 – 2,5	3
3	Băcioi	08.08.20	700	2- 2,5	2
4	Brăila	08.08.20	2000	1,5 - 1,8	2
5	Grigorievca	10.08.20	500	1,8-2,0	2
6	Ialoveni	05.08.20	700	2 – 2,5	26
7	Sociteni (lotul 1)	05.08.20	800	1,5 – 2	2
8	Sociteni (lotul 2)	05.08.20	1200	2 – 2,5	17
9	Vărzărești (lotul 1)	04.08.20	500	1,5 - 1,8	3
10	Vărzărești (lotul 2)	04.08.20	1500	1,8 - 2	53
11	Zăicana	05.08.20	1500	1,8-2,0	2

Conform datelor din literatura de specialitate, cele mai mari daune sunt produse de larve, care pot compromite întreaga plantă prin distrugerea sistemului radicular responsabil de absorbția apei și a nutrienților. Larvele tinere se hrănesc, inițial, cu perișorii absorbantți ai rădăcinilor plantelor de porumb, apoi și cu rădăcinile responsabile de fixarea plantei. Acestea rod galerii și în tulpină, la baza rădăcinii, din această cauză plantele se ofilesc și pot fi ușor doborâte de vânt (Kereși, T. et al. 2016). Pe de altă parte, scade gradul de fotosinteză a plantelor, acestea rămânând în creștere, dar cu randamentul producției scăzut. Insectele adulte apar în luna iulie și se hrănesc cu polen, mătasea știuleților și cu frunze. Dacă pe o plantă se găsesc mai mult de 10 indivizi ai speciei, polenizarea va fi dificilă, păpușile de porumb vor fi deteriorate, ceea ce va scădea randamentul porumbului (Kereși, T. et al. 2016).

În lipsa porumbului, dăunătorul își depune ouăle în plante din familiile *Asteraceae*, *Cucurbitaceae*, *Fabaceae* și *Poaceae* (Roșca, I. 1997), în culturile de lucernă, ovăz sau grâu, dar într-o cantitate mult mai mică (Kereși, T. et al. 2016).

Particularități bioecologice ale speciei *Diabrotica virgifera virgifera*.

Adulții speciei au corpul de culoare galben-verzuie. Femelele prezintă, pe fundalul galben-verzui al elitelor, trei dungi longitudinale închise la culoare, aproape negre (cea centrală fiind comună pentru ambele elitre). La masculi, dungile negre de pe elitre se contopesc, dar marginile și vârful lor rămân galben-verzui. Dimensiunile corpului variază între 4-8 mm. Antenele sunt de aceeași lungime ca și corpul sau puțin mai scurte la femele, primul segment antenal este galben-verzui, celelalte sunt întunecate. Picioarele sunt negre pe partea superioară și galbene pe partea inferioară. Abdomenul, pe partea ventrală, este galben sau verzui (Foto 1, 2). Ouăle sunt de formă ovală, de 0,5 mm lungime, alb-gălbui. Larva este albicioasă sau puțin gălbuie, are capul cafeniu și picioarele bine dezvoltate. Lungimea unei larve mature de vârstă a 3-a este de 15 mm (10-18 mm), iar lățimea – de 1,5-2 mm. Pupa este albă, deschisă la culoare. Prezintă o generație pe an. Iernează în stadiul de ou în sol. O femelă poate să depună maxim 1000 de ouă. Ouăle sunt depuse în sol până la o adâncime de 35 cm, la sfârșitul verii (Bača, F. 1995; Kereși, T. et al. 2016). Ouăle pot rezista în perioada de iarnă până la -10°C. În luna mai, când pământul se încălzește până la 11°C, larvele eclozează și încep imediat hrănirea. Perioada de dezvoltare a acestora durează, de obicei, 3-4 săptămâni și, la o temperatură de +16°C, se finalizează în 71 de zile, iar la 22°C – în 38 de zile. Larvele trec trei stadii de dezvoltare. Pupele pot fi găsite atât pe suprafața solului, cât și în interior, până la o adâncime de 20 de cm. Dezvoltarea pupei durează 2-3 zile. Adulții încep să apară în luna iunie și pot fi observați până la sfârșitul lui octombrie. După 10-14 zile de hrănire, adulții încep să depună ouă, majoritatea fiind depuse la baza tulpinilor de porumb, în sol, la o adâncime de 10-20 cm. Adulții trăiesc până la 3 luni, dar perioada de reproducere durează 10-15 zile. Adulții sunt observați cel mai adesea pe frunze, panicule și știuleți de porumb.

		
Foto 1. <i>Diabrotica virgifera virgifera</i> (mascul)	Foto 2. <i>Diabrotica virgifera virgifera</i> (femelă)	Foto 3. Viespe care caută dăunătorul pe plantă

Observații personale

În procesul colectării exemplarelor de *Diabrotica virgifera virgifera* a fost observat un răpitor, anume o viespe (*Polistes dominula*), care a capturat un exemplar de dăunător în lanul de porumb din localitatea Ialoveni. Viespea a inspectat lanul de porumb afectat, apoi s-a așezat pe o plantă și a verificat încheieturile frunzelor la prezența dăunătorului. Observând exemplarul de diabrotica, viespea l-a capturat și și-a luat zborul. Între timp, tot lanul de porumb era intens „patrulat” de alte exemplare de viespi, care verificau plantele, mătasea și încheieturile la prezența insectei, lanul fiind foarte atacat de dăunător (Foto 3).

Un asemenea atac al viespii asupra exemplarelor mature de *Diabrotica virgifera virgifera* nu a mai fost descris în literatura de specialitate, fiind observat în premieră în Republica Moldova.

Metode de detectare a dăunătorului

Larvele pot fi detectate primăvara, analizând solul preluat de la baza plantelor de porumb slăbite. Examinarea se face pe un fundal negru, care permite observarea mai ușoară a larvelor de culoare albă. Prezența adulților în plantații poate fi observată vizual sau folosind capcane cu feromoni, monitorizarea realizându-se înainte de apariția spiculelor. Activitatea maximă a indivizilor maturi se constată dimineața și seara la sfârșitul lunii iulie–începutul lunii august și este dictată, în mare parte, de dezvoltarea porumbului.

Măsuri de protecție și combatere a dăunătorului

- rotația culturilor, cea mai eficientă metodă de protecție (o dată la 3 ani se seamănă porumb după sfecla de zahăr, cartof, soia și alte graminee), prin care poate fi diminuat numărul dăunătorilor, fără a-i exclude definitiv însă;
- aratul adânc de toamnă, în scopul distrugerii ouălor hibernante din sol;
- utilizarea capcanelor cu feromoni pentru adulți;
- folosirea semințelor tratate cu insecticid;
- utilizarea insecticidelor în perioada de hrănire a indivizilor maturi, adică sfârșitul lunii iulie–începutul lui august, cu scopul împiedicării împerecherii și a depunerii ouălor.

Combaterea biologică

Dăunătorul poate fi suprimat cu preparate biologice pe bază de *Bacillus thuringiensis tenebrionis* (bacterii) și *Steinernema feltiae* (nematozi) (Roșca, I. 2011). Printre dușmanii naturali ai dăunătorului se mai numără și unele specii de păianjeni, coleoptere prădătoare și furnici.

CONCLUZII

Cercetările au fost efectuate în luna august a anului 2020, în 20 de lanuri de porumb din 15 localități din RDC, RDS și municipiul Chișinău. Dăunătorul a fost observat în 11 loturi cu porumb din 8 localități. Cele mai afectate de dăunătorul *Diabrotica virgifera virgifera* au fost loturile din localitățile Vărzărești, Ialoveni și Sociteni.

Conform cercetărilor efectuate, dăunătorul a fost prezent în lanurile de porumb din RDC, RDS și Municipiul Chișinău, iar conform studiului literaturii de specialitate – și în RDN, ceea ce confirmă prezența lui în toată țara.

Studiul a fost efectuat în cadrul Programului de Stat N. 20.80009.7007.02.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANSA (2020). Avertizare! Viermele vestic al rădăcinilor de porumb (*Diabrotica virgifera*). Disponibil: <http://ansa.gov.md/ro/comunicate/avertizare-viermele-vestic-al-radacinilor-de-porumb-diabrotica-virgifera>.
2. BAČA, F., CAMPRAG, D., KERESI, T., KRNIJAJIĆ, S., MANOJLOVIĆ, B., SEKULIĆ, R., SIVCEV, I. (1995). Western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. In: Camprag D. (ed). Kukuruzna Zlatica. Društvo za zastitu bilja Srbije. Beograd, Yugoslavia; Backa Palanka: Design Studio Stanisic, pp. 98–112.
3. BACAL, S., BUȘMACHIU, G., CALESTRU, L., MIHAILOV, I. (2020). Insecte invazive înregistrate în ultimii 20 de ani pe teritoriul Republicii Moldova. In: Akademos, nr. 2, pp. 1-8.
4. Biroul Național de Statistică a Republicii Moldova (2019). Producția globală agricolă în ianuarie-iunie 2019. Disponibil: <https://statistica.gov.md/newsview.php?l=ro&idc=168&id=6425>.
5. GROZEA, I. (2003). Biologia, ecologia si combaterea viermelui vestic al radacinilor de porumb (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) in condițiile Câmpiei de Vest: Teză de doctor. Timișoara: USAB. 215 p.
6. JURNALUL OFICIAL AL UNIUNII EUROPENE 7.2.2014. L 38 /46. Disponibil: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2014:038:FULL&from=FR>.
7. KERESI, T., SEKULIĆ, R., POPOVIĆ, A. (2016). Bolesti i štetočine u hortikulturi (deo - štetočine u hortikulturi) (Elektronski izvor). Novi Sad: Poljoprivredni fakultet, Edicija Osnovni udžbenik. Način dostupa (URL): polj.uns.ac.rs/udzbenici. 226 p. ISBN 978-86-7520-387-2.
8. KRYSAN, J. L., MILLER, T. A. (ed.) (1986). Methods for the study of pest Diabrotica. New York: Springer-Verlag. 260 p.
9. MIHAILOV, I., BACAL, S., ELISOVEȚCAIA, D. et al. (2019). Registrul național al celor mai periculoase specii de insecte din fauna Republicii Moldova. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, nr. 3(339), pp. 25-46.
10. PĂLĂGIEȘU, I. HANCU, M., ROȘCA, I. (2001). Ce trebuie să știm despre viermele vestic al rădăcinilor de porumb. București: Ed. SYLVI. 20 p. ISBN 973-8258-33-2.
11. PĂRĂU, T., OLTEAN, I., FLORIAN, V. (2007). Actual dates regarding the spreading of the pest of sanitary quarentin - *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, in Romania. In: Bulletin of USAMV. Cluj-Napoca. Agriculture, vol. 63.
12. ROȘCA, I. (1997). Implicațiile prezenței speciei *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte asupra tehnologiei culturii porumbului în România. In: USAMV Iași, Seria Agronomie, pp. 551-560.
13. ROȘCA, I., OLTEAN, I., MITREA, I., TĂLMACIU, M., PETANEC, D. I., BUNESCU, H. Ș. et al. (2011). Tratat de Entomologie generală și specială. Buzău: Editura "Alpha MDN", pp. 279 – 296.
14. VOINEAC, V., ELISOVEȚCAIA, D., CRISTMAN, D., LUNGU, S., TULGARA, E. (2016). Recomandări metodice privind monitorizarea, controlul si combaterea viermelui vestic al rădăcinilor de porumb *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. Chișinău: Tipografia Print Caro. 34 p.
15. ПРИКАЗ МИНСЕЛЬХОЗА РФ от 15.12.14 г., № 501 «Об утверждении перечня карантинных объектов. Доступ: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=244673>.
16. РОДАК, Наталья (2020). ТОП-10 стран по выращиванию кукурузы в 2019 году. Доступ: <https://latifundist.com/rating/top-10-stran-po-vyrashchivaniyu-kukuruzy-v-2019-godu>.
17. ФРОЛОВ, А.Н. (2012). О западном кукурузном корневом жуке LeConte. Доступ: <http://kosmais.narod.ru/diabrotica.html>

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

BACAL Svetlana

doctor în științe biologice, conferențiar cercetător, Institutul de Zoologie, Republica Moldova

E-mail: svetabacal@yahoo.com

BUȘMACHIU Galina

doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător, Institutul de Zoologie, Republica Moldova

E-mail: bushmakiu@yahoo.com

BURDUJA Daniela

doctorandă, Institutul de Zoologie, Republica Moldova

E-mail: dana.virlan@mail.ru

Data prezentării articolului: 02.09.2020

Data acceptării articolului: 24.11.2020

DOI: 10.5281/ZENODO.4386426

CZU: 634.11:631.5(498)

CERCETĂRI ASUPRA POPULAȚIEI DE CARABIDE DIN PLANTAȚIILE POMICOLE DE MĂR ÎN FUNCȚIE DE AGROTEHNICA APLICATĂ

Mihai TĂLMACIU, Nela TĂLMACIU, Monica HEREA,
Nichita CROITORU, Sergiu PANUȚA

Abstract. The researches were conducted in an apple orchard in Falticeni locality, Suceava county (Romania). Two experimental variants were used according to the applied agrotechnical measure, namely: 1. grassed bands in orchard inter-rows using the species *Bromus inermis* Leyss and 2. grassed bands in orchard inter-rows using the species *Bromus inermis* Leyss and overseeding with the species *Lotus corniculatus* L. (birdsfoot trefoil). The observations were carried out periodically, from May to September, when the captured material was collected from traps. Only the carabid species, which constitute the object of the present study, were retained for assessment. The structure and population dynamics of carabid species were evaluated over the whole observation period. For a most clear interpretation of the obtained results, various indices were calculated, namely: abundance, constancy, dominance, ecological significance index. Among the collected species were: *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus tardus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll, *Metabletus truncatellus* L., *Amara aenea* De Geer, *Anysodactylus binotatus* F. etc.

Key words: *Malus*; Orchards; Grassing; *Bromus inermis*; *Lotus corniculatus*; Carabids; Species; Population dynamics.

Rezumat. Cercetările au fost efectuate într-o plantație pomicolă de măr din localitatea Fălticeni, județul Suceava. Au fost folosite două variante experimentale, în funcție de agrotehnica aplicată, și anume benzi înierbate pe intervalul dintre rânduri utilizând specia *Bromus inermis* Leyss și benzi înierbate pe intervalul dintre rânduri utilizând specia *Bromus inermis* Leyss și supraînsămânțate cu specia *Lotus corniculatus* L. (ghizdei). Observațiile au fost făcute periodic, din luna mai până în luna septembrie, când era colectat materialul din capcane, reținându-se doar speciile de carabide, care constituie obiectul acestei lucrări. S-a urmărit structura și dinamica speciilor de carabide pe toată perioada observațiilor. De asemenea, pentru o interpretare cât mai clară a rezultatelor obținute, au fost calculați mai mulți indici ecologici ai populației de carabide și anume: abundența, constanța, dominanța, indicele de semnificație ecologică. Printre speciile colectate amintim: *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus tardus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll, *Metabletus truncatellus* L., *Amara aenea* De Geer, *Anysodactylus binotatus* F. etc.

Cuvinte-cheie: *Malus*; Plantație; Înierbare; *Bromus inermis*; *Lotus corniculatus*; Carabide; Specii; Dinamica populației.

INTRODUCERE

Speciile de carabide (ordinul Coleoptera, familia Carabidae) sunt, în majoritatea lor, specii prădătoare, care se hrănesc cu ouăle, larvele sau pupele altor specii de insecte fitofage sau dăunătoare plantelor (Mitrea, I. 2002).

Carabidele sunt destul de frecvente în ecosistemele agricole, constituind, în același timp, bioindicatori ecologici importanți din cadrul agroecosistemelor (Beșleagă, R. et al. 2008). Cercetările asupra acestor specii atât pe plan mondial, cât și la noi în țară sunt destul de numeroase.

În domeniul agricol, aceste cercetări se referă la descrierea speciilor care populează agroecosistemele, la biologia și ecologia lor, structura speciilor etc. Au fost întreprinse cercetări în diferite culturi agricole: viță-de-vie, pomi fructiferi, porumb, sfeclă de zahăr etc. (Herea, M. 2019). În lucrarea de față se aduc noi contribuții privind structura, dinamica și abundența populației de carabide observate într-o plantație pomicolă de măr (Roșca, I. 1999).

Protecția plantațiilor de măr, împotriva complexului de organisme nocive, a fost în atenție sporită pe parcursul a mai multor ani. În ultimii ani, au intervenit schimbări în gama de soiuri cultivate. De asemenea s-au schimbat multe elemente în tehnologia de cultivare, au apărut noi insecticide etc. Actualmente, populațiile de carabide au devenit importante pentru protecția biologică a culturilor agricole (Tălmăciu, M. et al. 2010). Din cauza nerespectării măsurilor de combatere a organismelor dăunătoare, la unele specii a crescut densitatea numerică și din aceste considerente sunt cuprinse în studiu. Scopul cercetărilor constau în studierea particularităților de răspândire și a nivelului de dezvoltare a populațiilor de carabide. În baza acestor rezultate vor fi perfecționate metodele existente de combatere a principalelor specii de insecte dăunătoare din plantațiile de măr.

MATERIALE ȘI METODE

În anul 2017, în staționarul Țarna Mare din localitatea Fălticeni, jud. Suceava (România), a fost amplasat lotul experimental cu următoarele variante de lucru (Tălmăciu, N. et al. 2010):

varianta nr. 1 – covor vegetal însămânțat cu specia *Bromus inermis* Leyss;

varianta nr. 2 – covor vegetal supraînsămânțat cu ghizdei (*Lotus corniculatus* L.).

Colectarea materialului din capcanele de sol de tip Barber s-a făcut la următoarele date: Rec. I. 23.05.2017, Rec. II. 08.06.2017, Rec. III. 21.06.2017, Rec. IV. 03.07.2017, Rec. V. 17.07.2017, Rec. VI. 29.07.2017, Rec. VII. 11.08.2017, Rec. VIII. 25.08.2017, Rec. IX. 05.09.2017, Rec. X. 17.09.2017.

La fiecare recoltare, din materialul colectat au fost reținute și identificate doar speciile de carabide (Tălmăciu, M. et al. 2010).

Identificarea s-a făcut cu ajutorul capcanelor de sol Barber de tipul „umed”. Materialul astfel colectat a fost determinat, pe variante, capcane și pe recoltări (Beșleagă, R. et al. 2008).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pe variante și pe recoltări, în anul 2017, situația se prezintă astfel:

La varianta nr. 1 s-a colectat un număr de 9 specii de carabide care au totalizat 322 de exemplare (Tab. 1, Tab. 2). Speciile de carabide colectate la această variantă experimentală au fost: *Anysodactilus binotatus* F., *Harpalus aeneus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll., *Harpalus tardus* Panz., *Harpalus tenebrosus* Dejean și *Metabletus truncatulus* L. Pe recoltări, situația este următoarea:

- la recoltarea I s-a colectat un număr de 37 de exemplare de carabide, aparținând la 5 specii. Acestea au fost: *Anysodactilus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll.;

- la recoltarea a II-a s-a colectat un număr de 105 exemplare de carabide din speciile: *Anysodactilus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus tardus* Panz.;

- la recoltarea a III-a s-a colectat un număr de 10 exemplare de carabide aparținând următoarelor specii: *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll., *Harpalus tardus* Panz., *Harpalus tenebrosus* Dejean;

- la recoltarea a IV-a s-a colectat un număr de 12 exemplare aparținând la 4 specii: *Anysodactilus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft. și *Harpalus pubescens* Müll.;

- la recoltarea a V-a s-a colectat un număr de 59 de exemplare aparținând speciilor: *Anysodactilus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus pubescens* Müll. și *Harpalus tenebrosus* Dejean;

- la recoltarea a VI-a s-a colectat un număr de 33 de exemplare aparținând la două specii: *Harpalus calceatus* Duft. și *Harpalus pubescens* Müll.;

- la recoltarea a VII-a s-a colectat un număr de 45 de exemplare aparținând speciilor: *Harpalus aeneus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll., *Harpalus tenebrosus* Dejean și *Metabletus truncatulus* L.;

- la recoltarea a VIII-a s-a colectat un număr de 6 exemplare aparținând la două specii: *Harpalus calceatus* Duft. și *Harpalus distinguendus* Duft.;

- la recoltarea a IX-a nu s-a colectat niciun exemplar;

- la recoltarea a X-a s-a colectat un număr de 15 exemplare aparținând la 5 specii: *Anysodactilus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz. și *Harpalus tardus* Panz.

Valorile indicilor ecologici

Pentru o analiză cât mai profundă a rezultatelor obținute s-au calculat o serie de indici ecologici mai importanți, cum ar fi: abundența (A), constanța (C), dominanța (D), indicele de semnificație ecologică (W).

Tabelul 1. Situația privind capturile pe capcană/recoltări la cele 10 recoltări din plantațiile de măr având benzi înierbate cu specia *Bromus inermis* Leyss

Data și nr. recoltării	Denumirea speciei	Nr. capcanei						TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
I 23.05.2017	<i>Anysodactilus binotatus</i> F.	3	-	-	4	-	-	7
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	2	2	2	-	3	1	10
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	1	2	-	-	4	2	9
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	3	4	2	-	-	9
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	-	-	-	-	-	2	2
Total 5 specii		6	7	6	6	7	5	37
II 08.06.2017	<i>Anysodactilus binotatus</i> F.	7	5	3	2	4	-	21
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	9	8	11	13	13	8	62
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	2	5	4	5	3	2	21
	<i>Harpalus tardus</i> Panz.	-	-	-	-	-	1	1
Total 4 specii		18	18	18	20	20	11	105
III 21.06.2017	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	-	1	-	-	-	-	1
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	-	3	-	-	-	-	3
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	-	3	-	1	-	4
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	-	1	-	-	-	1
	<i>Harpalus tardus</i> Panz.	-	-	1	-	-	-	1
Total 5 specii		-	4	5	-	1	-	10
IV 03.07.2020	<i>Anysodactilus binotatus</i> F.	-	2	3	-	-	-	5
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	3	1	1	-	-	5
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	-	-	1	1	-	2
Total 3 specii		-	5	4	2	1	-	12
V 17.07.2017	<i>Anysodactilus binotatus</i> F.	3	4	2	5	1	-	15
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	2	2	-	-	3	3	10
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	3	2	5	2	1	13
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	-	4	9	7	-	-	20
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	-	1	-	-	-	1
Total 5 specii		5	13	14	17	6	4	59
VI 29.07.2017	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	3	5	10	6	-	-	24
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	3	2	4	-	-	9
Total 2 specii		3	8	12	10	-	-	33
VII 11.08.2017	<i>Harpalus aeneus</i> F.	-	4	-	-	-	-	4
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	3	-	-	-	-	3
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	-	2	7	9	-	-	18
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	-	9	1	7	-	17
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	-	-	1	-	1	-	2
	<i>Metabletus truncatellus</i> L.	-	-	-	-	1	-	1
Total 5 specii		-	9	17	10	8	-	45
VIII 25.08.2017	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	-	-	-	1	3	4
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	-	-	-	-	2	2
Total 2 specii		-	-	-	-	1	5	6
IX 05.09.2017	-	-	-	-	-	-	-	-
X 17.09.2017	<i>Anysodactilus binotatus</i> F.	-	-	1	-	-	-	1
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	-	4	1	-	-	5
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	-	-	-	3	-	-	3
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	-	4	-	-	-	4
	<i>Harpalus tardus</i> Panz.	-	-	-	2	-	-	2
Total 5 specii		-	-	9	6	-	-	15
TOTAL GENERAL		32	64	86	71	44	25	322

În funcție de valoarea procentuală calculată, speciile se distribuie în următoarele clase:

3 specii accidentale, cu valori ale indicelui sub 0,1%;

2 specii accesorii, cu valori între 1,1-5,0% (*Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz.);

3 specii caracteristice cu valori între 5,1-10,0%;

1 specie caracteristică cu valori peste 10,0% (*Harpalus calceatus* Duft.).

Mai jos vom descrie situația privind speciile și numărul de carabide colectate în varianta nr. 2, în anul 2017.

La această variantă experimentală s-a colectat un număr de 20 de specii care au totalizat 276 de exemplare (Tab. 4, Tab. 5). Speciile de carabide colectate aici sunt: *Amara aenea* De Geer, *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus azureus* Sturm., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll, *Harpalus tardus* Panz., *Harpalus tenebrosus* Dejean, *Metabletus truncatellus* L.;

- la recoltarea I s-a colectat un număr de 30 de exemplare: *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus azureus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll;

- la recoltarea a II-a s-a colectat un număr de 55 de exemplare coleoptere: *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus azureus* Sturm., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll, *Harpalus tardus* Panz.;

- la recoltarea a III-a s-a colectat un număr de 23 de exemplare: *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll, *Harpalus tardus* Panz., *Harpalus tenebrosus* Dejean;

- la recoltarea a IV-a s-a colectat un număr de 46 de exemplare coleoptere: *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus pubescens* Müll;

- la recoltarea a V-a s-a colectat un număr de 40 de exemplare: *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus tenebrosus* Dejean;

- la recoltarea a VI-a s-a colectat un număr de 17 exemplare: *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus pubescens* Müll, *Harpalus tenebrosus* Dejean;

- la recoltarea a VII-a s-a colectat un număr de 37 de exemplare: *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz., *Harpalus tenebrosus* Dejean, *Metabletus truncatellus* L.;

- la recoltarea a VIII-a s-a colectat un număr de 20 de exemplare: *Amara aenea* De Geer, *Harpalus pubescens* Müll, *Harpalus tenebrosus* Dejean;

- la recoltarea a IX-a s-au colectat un număr de 6 exemplare: *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus pubescens* Müll, *Harpalus tenebrosus* Dejean;

- la recoltarea a X-a s-a colectat un număr de 2 exemplare: *Harpalus distinguendus* Duft.

Tabelul 4. Situația privind capturile pe capcană/recoltări la cele 10 recoltări din plantațiile de măr având benzi înierbate cu *Bromus inermis* Leyss, supraînsămânțate cu specia *Lotus corniculatus* L. (ghizdei)

Data și nr. recoltării	Denumirea speciei	Nr. capcanei						TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
I 23.05.2017	<i>Anysodactylus binotatus</i> F.	2	7	-	2	-	-	11
	<i>Harpalus azureus</i> Sturm.	1	-	1	-	-	-	2
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	1	-	3	-	-	-	4
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	2	-	-	-	-	2
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	1	5	1	-	-	7
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	-	-	4	-	-	4
Total 6 specii		4	10	9	7	-	-	30
II 08.06.2017	<i>Anysodactylus binotatus</i> F.	-	6	-	-	3	3	12
	<i>Harpalus azureus</i> Sturm.	-	1	2	-	-	-	3
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	-	2	-	-	-	2	4
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	-	8	-	4	-	12
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	-	9	6	3	-	18
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	-	-	-	-	4	4
	<i>Harpalus tardus</i> Panz.	-	-	-	2	-	-	2
Total 7 specii		-	9	19	8	10	9	55

III 21.06.2017	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	5	-	-	-	-	-	5
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	3	1	-	-	-	-	4
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	7	-	-	-	-	-	7
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	2	-	2	-	-	4
	<i>Harpalus tardus</i> Panz.	-	-	-	-	-	2	2
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	-	-	1	-	-	1
Total 6 specii		15	3	-	3	-	2	23
IV 03.07.2017	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	9	-	-	4	-	-	13
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	6	-	-	-	-	-	6
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	1	-	-	-	-	1
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	8	-	-	-	7	15
	<i>Anysodactylus binotatus</i> F.	-	-	10	-	1	-	11
Total 5 specii		15	9	10	4	1	7	46
V 17.07.2017	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	9	-	8	-	-	-	17
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	5	-	-	-	-	5
	<i>Anysodactylus binotatus</i> F.	-	-	-	8	-	3	11
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	-	-	-	-	-	7	7
Total 4 specii		9	5	8	8	-	10	40
VI 29.07.2017	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	-	-	5	-	-	-	5
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	-	-	-	9	-	9
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	-	-	-	-	3	3
Total 3 specii		-	-	5	-	9	3	17
VII 11.08.2017	<i>Anysodactylus binotatus</i> F.	2	-	-	-	-	-	2
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	9	-	-	-	-	-	9
	<i>Harpalus griseus</i> Panz.	-	2	-	-	-	-	2
	<i>Metabletus truncatellus</i> L.	-	1	-	-	1	-	2
	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	-	10	8	-	-	18
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	-	-	-	3	1	4
Total 6 specii		11	3	10	8	4	1	37
VIII 25.08.2017	<i>Amara aenea</i> De Geer	-	2	-	-	-	-	2
	<i>Harpalus pubescens</i> Müll	-	6	-	-	-	-	6
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	-	-	-	-	12	-	12
Total 3 specii		-	8	-	-	12	-	20
IX 05.09.2017	<i>Anysodactylus binotatus</i> F.	-	1	-	-	-	-	1
	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	2	-	-	-	-	2
	<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean	-	3	-	-	-	-	3
Total 3 specii		-	6	-	-	-	-	6
X 17.09.2017	<i>Harpalus distinguendus</i> Duft.	-	-	-	-	2	-	2
Total 1 specie		-	-	-	-	2	-	2
TOTAL GENERAL		54	53	61	38	38	32	276

Valorile indicilor ecologici

Pentru o analiză cât mai profundă a rezultatelor obținute s-au calculat o serie de indici ecologici mai importanți, cum ar fi: abundența (A), constanța (C), dominanța (D), indicele de semnificație ecologică (W).

Valorile acestor indicatori, la varianta V2, se prezintă astfel (Tab. 6):

abundența cea mai mare au avut-o speciile: *Harpalus calceatus* Duft. (75 de exemplare), *Harpalus pubescens* Müll (49 de exemplare), *Anysodactylus binotatus* F. (48 de exemplare), *Harpalus tenebrosus* Dejean (43 de exemplare), *Harpalus distinguendus* Duft. (29 de exemplare), *Harpalus griseus* Panz. (19 exemplare);

constanța speciilor colectate a avut valori cuprinse între 2,38 și 85,71%. Speciile cu cele mai mari valori ale constanței au fost: *Harpalus calceatus* Duft., *Harpalus pubescens* Müll, *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus tenebrosus* Dejean, *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus griseus* Panz.

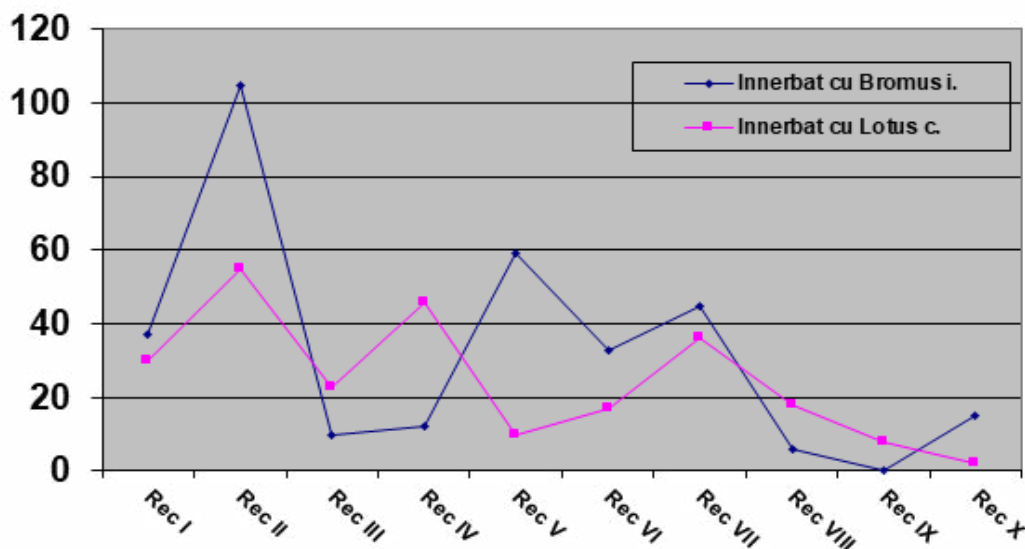


Figura 1. Reprezentarea grafică a structurii speciilor de carabide colectate din plantațiile de măr la cele 2 variante experimentale

CONCLUZII

Observațiile au fost făcute într-o plantație pomicolă de măr din zona de NE a României, localitatea Fălticeni, județul Suceava.

Colectarea materialului, a speciilor de carabide (ordinul Coleoptera, familia Carabidae) s-a făcut cu ajutorul capcanelor de sol de tip Barber, în cadrul a două variante experimentale: varianta nr. 1 – benzi înierbate cu specia *Bromus inermis* Leyss și varianta nr. 2 – benzi înierbate cu specia *Bromus inermis* Leyss, supraînsămânțate cu specia *Lotus corniculatus* L. (ghizdei).

La varianta nr. 1 au fost colectate 322 de exemplare de carabide aparținând unui număr de 9 specii, iar la varianta nr. 2 au fost colectate 276 de exemplare de carabide din 10 specii.

Speciile de carabide cel mai frecvent colectate la cele două variante au fost: *Anysodactylus binotatus* F., *Harpalus distinguendus* Duft., *Harpalus pubescens* Müll., *Harpalus tenebrosus* Dejean.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BEȘLEAGĂ, Ramona, GEORGESCU, T., CÂRDEI, E., TĂLMACIU, M., DIACONU, A. (2008). Dynamics of populations of apple mining moths correlated with their natural enemies in different conditions of phyto-sanitary protection. In: *Lucrări Științifice, Iași: Ed. „Ion Ionescu de la Brad”*, vol.59: Horticultură, pp. 1231-1234.
2. HEREA, Monica, TĂLMACIU, Nela, MOCANU, Ionela, TĂLMACIU, M. (2019). Contributions to the knowledge of the structure of coleopters species collected from the apple tree fruit orchards. In: *19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019: Conference Proceedings*, vol. 19, Issue 5.1, pp.125-133. ISBN 978-619-7408-84-3 / ISSN 1314-2704.
3. MITREA, I. (2002). *Entomologie agricolă*. Craiova: Editura Universitaria, 406 p.
4. ROȘCA, I. (1999). Dăunători întâlniți la măr. In: *Rev. Horticultură*; nr. 8, pp. 31-35.
5. TĂLMACIU, M., TĂLMACIU, Nela, PĂDURARU, L., HEREA, Monica. (2010). Observations on harmful species of apple orchards and prevention and control measures applied in the SA Loturi Service SRL Vaslui, Vaslui County. In: *Lucrări științifice USAMV. Iași*, vol. 52: Horticultură, pp. 635-638.
6. TĂLMACIU, Nela, TĂLMACIU, M., HEREA, Monica. (2010). Cercetări comparative privind structura și abundența de coleoptere în unele livezi = Comparative research on the structure and abundance of beetles in some orchards. In: *Analele Universității din Craiova, Ed. Universitaria*, vol. XL/2: Agronomie, pp.156-161.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

TĂLMACIU Mihai

doctor în științe agricole, profesor universitar, Departamentul Tehnologii Horticole, Facultatea Horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad”, Iași, România

E-mail: mtalmaciu@uaiasi.ro

TĂLMACIU Nela

doctor în științe agricole, conferențiar universitar, Departamentul Știința Plantelor, Facultatea Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iași, România

E-mail: ntalmaciu@yahoo.com

HEREA Monica

doctor în științe agricole, șef lucrări, Departamentul Tehnologii Horticole, Facultatea Horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad", Iași, România

E-mail: mtalmaciu@uaiasi.ro

CROITORU Nichita

doctor în științe agricole, conferențiar universitar, Departamentul Horticultură II, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Republica Moldova

E-mail: n.croitoru@uasmd.md

PANUȚA Sergiu <https://orcid.org/0000-0003-4540-7149>

doctor în biologie, conferențiar universitar, Departamentul Horticultură II, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Republica Moldova

E-mail: s_panuta@yahoo.com

Data prezentării articolului: 09.11.2020

Data acceptării articolului: 05.12.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4320976

УДК: 634.64:632.952(479.24)

СОВРЕМЕННЫЕ ФУНГИЦИДЫ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ГРАНАТОВЫХ КУСТОВ ОТ КОМПЛЕКСА ФИТОПАТОГЕНОВ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Фарман ГУЛИЕВ, Лала ГУСЕЙНОВА

Abstract. The article reflects the results of studies carried out in 2018-2020 with the aim of studying the species composition of the main pathogens of pomegranate diseases in the western geographic region of Azerbaijan and improving measures to combat the main ones. It was found that the most common diseases are botrytiosis or gray rot, Zythia fruit rot, anthracnose or scab of pomegranate fruits, penicilliosis or green mold, and *Aspergillus* fruit rot, which negatively affect the quantity and quality of plant products. In the fight against major diseases, a scientifically based and improved integrated control system has been developed. A comparative analysis of the field assessment of the biological effectiveness of the applied fungicides in the fight against gray rot and other putrefactive diseases of pomegranate in a fruit-bearing orchard was carried out. The use of systemic fungicides (azoxifen, konazol) or their alternation with contact preparations (selfat, P-oxyride) assure a high biological efficiency in the control of main pomegranate diseases. The best result against Zythia fruit rot was obtained with 0.4% selfat. The biological efficiency of this preparation was 95.1%.

Key words: *Punica granatum*; Pathogens; Fungal diseases; Control measures; Fungicides.

Реферат. В статье отражены результаты исследований, проведенных в 2018-2020 гг. с целью изучения видового состава основных возбудителей болезней граната в западном географическом регионе Азербайджана и совершенствования мер борьбы с основными из них. Было обнаружено, что наиболее распространены ботритиоз или серая гниль, зитиозная плодовая гниль, антракноз или парша плодов граната, пенициллез или зеленая плесень, аспергиллезная плодовая гниль, которые отрицательно сказываются на количестве и качестве растительной продукции. В борьбе с основными заболеваниями была разработана научно обоснованная и улучшенная интегрированная система контроля. Произведен сравнительный анализ полевой оценки биологической эффективности применяемых фунгицидов в борьбе с зитиозом и другими гнилостными болезнями граната в плодоносящем саду. Применение системных фунгицидов, таких как азоксифен, коназол, или их чередование с контактными препаратами (сельфат, П-оксирид) обеспечивает высокую биологическую эффективность в борьбе с основными болезнями граната. Наилучший результат против зитиозной плодовой гнили получен в случае 0,4%-ным сельфатом. При этом, биологическая эффективность препарата составило 95,1%.

Ключевые слова: *Punica granatum*; Патогены; Грибные болезни; Меры борьбы; Фунгициды.

ВВЕДЕНИЕ

Азербайджан известен как район исторически сложившегося садоводства, плодоводства и гранатоводства. В нашей стране большое внимание уделяется развитию гранатоводства как одной из важнейших отраслей агропромышленного комплекса, дающий ценные продукты питания-плоды. С каждым годом увеличиваются площади под гранатовыми садами, многие тысячи гектаров земли уже освоены под коллективные и приусадебные сады. Благоприятные почвенно-климатические условия, длительность вегетационного периода, обилие солнечного света, сухая продолжительная осень, искусственное орошение, уникальный по качеству местный и завезенный сортимент с высокими вкусовыми достоинствами, лёгкость и транспортабельность, вековые навыки и традиции благоприятствуют развитию гранатоводства в Азербайджане. Необходимость его быстрого развития здесь усиливается большой ценностью культуры, ее продуктивностью, лёгкостью размножения.

Гранат относится к семейству *Punicaceae* Noran., которое имеет только один род *Punica* L., включающий два вида: Обыкновенный гранат (*Punica granatum* L.) и Сокотранский гранат (*Punica protopunica* Belf.) (Hüseynova, L. A. 2018; Kahramanoğlu, İ. 2005; Metin, A. 2012) (Рис. 1).

Сокотранский гранат (*Punica protopunica* Belf.) эндемичен для острова Сокотра (Индийский океан), флора которого характеризуется обилием реликтовых видов. Сокотранский гранат (*Punica protopunica* Belf.) вечнозеленое деревцо с округлыми или эллипсовидными листьями. Цветки двух типов: обоеполые с длинными столбиками и функционально мужские с короткими столбиками пестиков. Чашелистиков и лепестков по 4-6; лепестки ярко-красные. Плоды мелкие. Вид не представляет хозяйственной ценности. Листья, цветки и плоды меньших размеров, чем у Обыкновенного граната (*Punica granatum* L.).



Рисунок 1. Обыкновенный гранат

Вид *Punica granatum* L. (Обыкновенный гранат) представлен культурными и дикорастущими формами. Обыкновенный гранат (*Punica granatum* L.) в естественных условиях произрастания – небольшое деревце или крупный куст до 3-5 м высоты, с изогнутым стволом сильно ветвистой кроной. Побеги гладкие, прямые, тонкие, заканчиваются верхушечными почками или шипами. Листья простые, ланцетовидные, цельно крайние. Цветки граната диморфные. Плод – гранатина – крупная округлая ягода с кожистым околоплодником и сохраняющейся чашечкой. В зависимости от сорта, местоположения плода и других условий окраска зрелых плодов изменяется от бледно-желтой до красной и темно-малиновой (Şahin, A. 2013; Özgüven, A. 2015; Hülya, P. 2008).

Границы естественного ареала граната: на востоке – районы Северо-Западной Индии и Северо-Восточного Афганистана; на севере – южные районы среднеазиатских республик, южные отроги Большого Кавказского хребта; на западе – побережье Малой Азии; на юге – побережье Индийского океана и его заливов (Кульков, О.П. 1983; Греков, С.П. 2002; Чумаков, А.Е. 1974).

На территории бывшего Советского Союза наиболее крупные заросли дикорастущего граната находятся в Восточном Закавказье (Азербайджан).

Гранат (*Punica* L.) возделывается в основном в качестве плодовой культуры, но может использоваться также для лечебных, технических и декоративных целей. Плоды его имеют высокие вкусовые и лечебные качества, отличаются хорошей лежкостью (до 4-6 мес.).

Так как гранат (*Punica* L.) возделывается в разных почвенно-климатических зонах Азербайджана, то качество и лежкость плодов зависят от экологических факторов, в первую очередь, почвы, высоты над уровнем моря и климато-метеорологических условий и особенности зоны выращивания.

Своеобразный химический состав, значительное содержание ценных веществ определяют широкое использование плодов и других частей растения граната в качестве десертных и лечебных средств и сырья для получения важных химических соединений, применяемых в различных отраслях народного хозяйства.

Широкое развитие граната в республике имеет большое народно-хозяйственное значение. Однако на пути широкого развития этой культуры серьезным препятствием являются многочисленные грибные заболевания, которые поражают плоды, листья, ветви или даже целое дерево.

В мире остро стоит проблема экологических изменений в живых системах, отражающихся на структурно-функциональной организации и динамических свойствах экосистем различных типов, в том числе и агроэкосистем растущая фитосанитарная дестабилизация которых негативно влияет на экономику сельскохозяйственных растениеводства. Так в гранатовых агроценозах западной части Азербайджана интенсификация производства и климатические изменения привели к усилению агрессивности типичных заболеваний, например, таких как зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.), антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.), ботритиоз или серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.) и т.д. Зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.) является доминирующим заболеванием гранатовых кустов как на протяжении практически всего вегетационного периода возделывания этой культуры в западной части Азербайджана, так и при хранении его плодов (Рис. 2).



Рисунок 2. Зитиозная плодовая гниль

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Как уже было отмечено, для гранатовых кустов характерны многочисленные заболевания. Однако в различных регионах не все они одинаково вредоносны. И зависит это, главным образом, от природно-климатических условий той или иной эколого-географической зоны. На гранате (*Punica L.*) наиболее распространены и вредоносны зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.), ботритиоз или серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), аспергиллезная плодовая гниль (*Aspergillus niger* Van Tieghem.), антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.), рак или фомоз (*Phoma punicae* Tassi.), альтернариоз или черная гниль (*Alternaria* sp.), пенициллез или зеленая плесень (*Penicillium* sp.), фитофтороз или стеблевая гниль (*Phytophthora* sp.) и т.д.

Целью исследований являлась разработка эффективной экологически сбалансированной системы защиты граната от основных грибных болезней.

В связи с этим, изучались следующие вопросы:

Изучить микобиоту граната;

Выявить наиболее распространенные и вредоносные грибные болезни;

Выявить основные экологические факторы, способствующие широкому распространению отдельных грибных болезней;

Изучить биологические особенности основных болезней граната;

Изучить сортоустойчивость некоторых сортов граната к основным болезням;

Разработать мероприятия по борьбе с основными возбудителями болезней граната;

Установить экономическую эффективность рекомендованных мер защиты.

Микологические и фитопатологические обследования гранатовых насаждений проводили в Геранбойском районе 2018-2020 годы. Метод обследования заключался в систематическом осмотре насаждений граната. Осмотру подвергались все надземные органы растений. В 2018 исследовательском году выявлена общая микобиота гранатового сада. Было обнаружено, что в западной части Азербайджана (Гянджа-Казахская географическая зона) наиболее распространены зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.), антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.), а также частично пенициллез или зеленая плесень (*Penicillium* sp.), аспергиллезная плодовая гниль (*Aspergillus niger* Van Tieghem.) и ботритиоз или серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.).

После выявления возбудителей наиболее опасных заболеваний в 2019-2020 гг. проводили исследования по изучению распространенности и интенсивности их в западных районах республики. Стационарные наблюдения биологических особенностей, распространенности и вредоносности основных болезней граната проводили в молодых плодоносящих промышленных насаждениях Геранбойского района в следующие фенологические фазы: зимний покой, распускания почек, набухание цветковых почек, цветение (начало и массовое), конец цветения, образование завязей и рост плодов, плодоношение, пожелтение листьев, листопад.

Учеты сроков появления, изучения динамики развития фитопатогенов проводили на фоне их естественного развития по общепринятым методикам (Доспехов, Б. А. 1985; Минкевич, И. И. 1974; Минкевич, И. И. 1971).

Выделение в чистые культуры, микроскопические и микробиологические исследования фитопатогенов проводили по общепринятым методикам (Дьяков, Ю. Т. 2012; Билай, В. И. 1982; Хохряков, М. К. 1976).

Видовой состав фитопатогенов в молодых плодоносящих гранатовых садах определяли по особенностям патогенеза и симптоматике, по определителям (Билай, В.И. 1986; Гарибова, Л. В. 2005; Хохряков, М. К. 2003).

Для изучения микобиоты возбудителей болезней граната в годы исследования проводились маршрутные обследования в основных гранатоводческих районах в западной части Азербайджана (Геранбой, Шамкир, Казах) и соответствующих хозяйствах в различные фенофазы растений и возбудителей по методике К.М.Степанова, А.Е.Чумакова (1972), 3 раза за вегетационный период: сразу после цветения; спустя один месяц; перед уборкой урожая. В зависимости от характера поражения, появления симптомов и течения болезни вышеуказанная методика нами изменялась по мере необходимости.

Наблюдения и учеты на стационарных участках проводили по методике А. Е. Чумакова, И. И. Минкевич, Ю.И. Власова (1974), систематически в течение всей вегетации растений, не реже чем через каждые 7...10 дней, с целью определения даты проявления болезни, изучения динамики заболевания и т.д. Основными элементами учета болезней растений служат: распространенность или частота встречаемости и интенсивность развития болезни.

В зависимости от характера поражения и заболевания нами применялись многочисленные шкалы учетов болезней граната.

Определение фитопатогенных грибов проводили по морфологическим признакам. При этом особое значение имели споры, ооспоры, конидии, аскоспоры; спораносцы и плодовые тела, например спорангии, клейстотеции, перитеции, апотеции, пикниды; особые мицелиальные образования, например, анастомозы, пряжки, придатки клейстотециев, склеротии и др.

Закладка грибов на перезимовку, изучение биологии возбудителя болезни, выявление цикла развития грибов, изучение специализации грибов, выявление экологических требований гриба и некоторые другие вопросы, касающиеся

Биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность применяемых фунгицидов определена по методике А. Е. Чумакова и К. М. Степанова (1972). Статистическую обработку результатов проводили по методикам И. И. Минкевича (1971) Б.А. Доспехова (1985).



Рисунок 3. Зитиозная плодовая гниль общей биологии, проводили по общепринятым методикам (Пидопличко, Н.М. 1977; Черемисинов, Н.А. 1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Гранат (*Punica L.*) густорастущий субтропический кустарник, что создает в его посадках особый микроклимат, способствующий развитию и распространению инфекционных болезней. Ежегодно они причиняют значительный ущерб этой культуре, не только снижая урожай плодов, но и ухудшая их качество. В числе патогенов граната-грибные, бактериальные, вирусные организмы и т.д. Среди названных возбудителей болезней значительное место занимают грибные, состав которых очень разнообразен.

Из числа распространенных болезней граната в западной части Азербайджана чаще других отмечаются зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.) и антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.) (Рис. 3).

Одной из причин низких урожаев граната в регионе являются потери продукции от грибных болезней, наиболее вредоносными из которых являются гнили плодов-зитиозная (*Zythia versoniana* Sacc.), аспергиллезная (*Aspergillus niger* Van Tieghem.), альтернариозная (*Alternaria* sp.), ботритиозная (*Botrytis cinerea* Pers.), пенициллезная (*Penicillium* sp.); антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.), рак или фомоз (*Phoma punicae* Tassi.), церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald. et Wolf.), фитофтороз или стеблевая гниль (*Phytophthora* sp.), макрофомоз (*Macrophoma punicae* Berl. et Vogl.), нематоспороз (*Nematospora coryli* Pegl.) (Калужный, Ю.В. 1988.) (Табл. 1).

Особое место среди патогенов граната занимают виды, поражающие плоды. Например, в 2018 году в западной части Азербайджана (Гянджа-Казахская географическая зона) Л.А.Гусейновой на гранатовых кустах была обнаружена аспергиллезная плодовая гниль, вызванная грибом *Aspergillus niger* Van Tieghem., которая ранее на территории Азербайджана не встречалась (Табл. 2). В 2018 г. в этой же зоне из плодов граната был выделен гриб *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Botrytis cinerea* Pers. В условиях западной части Азербайджана основным возбудителем плодовой гнили является *Zythia versoniana* Sacc. (Рис. 4).

Таблица 1. Видовой состав и структура доминирования возбудителей болезней в молодых плодоносящих насаждениях граната в западной части Азербайджана, маршрутные обследования, 2018-2020 гг.

№	Болезнь	Возбудитель болезни	Частота встречаемости
1	Зитиозная плодовая гниль	<i>Zythia versoniana</i> Sacc.	+++
2	Антракноз или парша плодов граната	<i>Sphaceloma punicae</i> Bitank. et Jenk.	+++
3	Аспергиллезная плодовая гниль	<i>Aspergillus niger</i> Van Tieghem.	++
4	Альтернариоз или черная гниль	<i>Alternaria</i> sp.	+
5	Пенициллез или зеленая плесень	<i>Penicillium</i> sp.	++
6	Ботритиоз или серая гниль	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	++
7	Фомоз или рак	<i>Phoma punicae</i> Tassi.	+
8	Церкоспороз	<i>Cercospora lythracearum</i> Heald. et Wolf.	+
9	Фитофтороз или стеблевая гниль	<i>Phytophthora</i> sp.	±
10	Макрофомоз	<i>Macrophoma granati</i> Berl. et Vogl.	±
11	Нематоспороз	<i>Nematospora coryli</i> Pegl.	±
12	Бактериальная пятнистость	<i>Xanthomonas punicae</i> Hing. et Sing.	-

Примечание: +++-очень часто; ++-часто; +-редко; ±-очень редко; -не встречается

**Рисунок 4.** Зитиоз плодов граната

Таким образом, по результатам 3-х летнего фитопатологического мониторинга установлено, что доминирующая роль по частоте встречаемости в молодых плодоносящих насаждениях граната принадлежит возбудителям антракноза или парши плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.) и зитиоза (*Zythia versoniana* Sacc.).

Зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.) весьма вредоносное заболевание граната. Встречается почти во всех районах возделывания культуры, поражая цветки, плоды, плодоножки, листья, ветви, ствол и корневую шейку.

Таблица 2. Заболевания, наблюдаемые в гранатовых садах Гянджа-Казахской географической зоны (западная часть Азербайджана)

№	Названия болезней	Название возбудителя	Зараженные органы	Наблюдаемые месяцы				
				VI	VII	VIII	IX	X
1	Зитиозная плодовая гниль	<i>Zythia versoniana</i> Sacc.	Плоды, плодоножки, цветки, листья, ветви, ствол, корневая шейка	+	+	+	+	+
2	Антракноз или парша плодов граната	<i>Sphaceloma punicae</i> Bitank. et Jenk.	Листья, черешки, побеги, зеленые плоды	+	+	-	+	+
3	Аспергиллезная плодовая гниль	<i>Aspergillus niger</i> Van Tieghem.	Листья, плоды	+	+	+	+	+
4	Фомоз или рак	<i>Phoma punicae</i> Tassi.	Кора штамба и боковых ветвей	+	+	+	+	+
5	Альтернариоз или черная гниль	<i>Alternaria</i> sp.	Плоды	-	-	-	+	+
6	Церкоспороз	<i>Cercospora lythracearum</i> Heald. et Wolf.	Листья, плоды	+	+	+	+	+
7	Фитофтороз или стеблевая гниль	<i>Phytophthora</i> sp.	Корневая шейка, стебель	+	+	+	+	+

С целью выявления распространенности этого заболевания в западных районах республики нами проводились маршрутные обследования в Геранбойском, Шамкирском и Казахском районах (Табл. 3).

Таблица 3. Распространенность зитиозной плодовой гнили в гранатовых садах западной части (Гянджа-Казахская географическая зона) Азербайджана (2019 год)

№	Районы	Осмотренные		Зитиозная плодовая гниль, %	
		Количество обследованных кустов (в цифрах)	Площадь, (га)	Распространение	Интенсивность
1	Геранбой	2250	21	49,4	30,1
2	Шамкир	1280	14	48,7	28,1
3	Казах	1246	13	44,1	20,4
	Итого и средняя цена	4776	48	47,4	26,2

Из таблицы 3 видно, что зитиозная плодовая встречается во всех обследованных районах и в довольно сильной степени. Так, 2019 году распространение плодовой гнили по районам колебалось от 44,1 до 49,4%.

Зараженные цветки покрываются коричневыми или темно-коричневыми пятнами и в большинстве случаев опадают.

Заболевание плода чаще начинается с чашечки появлением коричневых пятен, которые, разрастаясь, переходят на остальные части плода. На загнившей ткани образуются многочисленные ржаво-коричневые точки-пикниды патогена. Пораженные молодые плоды опадают, а более старые мумифицируются и могут продолжительное время висеть на деревьях.

На плодоножке возникают коричневые пятна, приобретающие со временем ржаво-коричневый цвет. Отсюда зитиозная плодовая гниль переходит ветви, вызывая их усыхание.

На листьях появляются сравнительно крупные коричневого цвета пятна, усыянные ржаво-коричневыми точками, что приводит к пожелтению и преждевременному опадению.

Пораженная кора и поверхностные слои древесины ствола и корневой шейки приобретают ржаво-коричневый цвет и загнивают. В дальнейшем кора растрескивается, шелушится, но не отслаивается. У больных деревьев листья постепенно желтеют и опадают, затем усыхают отдельные ветви и даже все дерево.

Возбудитель болезни несовершенный гриб *Zythia versoniana* Sacc. из порядка Sphaeropsidales. В лабораторных условиях проводили выделение в чистую культуру возбудителя болезни, изучался рост и развитие грибов в чашках Петри при температурах 10,15,20,25,30 и 350С. Опыты закладывались в трехкратной повторности. Учет велся ежедневно, отмечались дата образования мицелия и его цвет, нарастание по диаметру, а также дата появления плодоношения и изменение цвета субстрата. Кроме того, изучались рост и развитие гриба *Zythia versoniana* Sacc. на различных питательных средах при постоянной температуре (250С).

Его грибница располагается в тканях растений по межклеточникам. Спорообразование представлено пикнидами с пикноспорами. Пикниды тесноскученные, погруженно-выступающие, шаровидные, почти без устья, красноватые, в диаметре 190-316 мкм, состоящие из псевдопаренхиматической, снаружи оливковой, внутри красноватой ткани. Конидиеносцы палочковидные, собраны в пучки, размером 18-20х1,5 мкм. Пикноспоры веретеновидные, бесцветные, размером 18-20х2-4 мкм.

Распространяются с каплями дождя и потоками воздуха. Прорастают пикноспоры в капельках влаги при температуре 12,5-350С (оптимум 24-250С).

Источником инфекции являются мумифицированные плоды, опавшие листья и завязь, а также пораженные деревья.

Таким образом, первое появление зитиоза ожидается в первой или во второй декаде июня, максимальное развития достигает в октябре.

Зитиозная плодовая гниль граната наносит ощутимые убытки производству: снижает товарную ценность плодов, приводит к большим потерям урожая. Пораженные плоды граната не пригодны к транспортировке на большие расстояния. Их можно употреблять на месте или перевозить на ближайшие консервные заводы для переработки. С целью установления влияния болезни на качественные показатели плодов, нами проводились специальные опыты: изучались некоторые качественные показатели плодов (Табл. 4).

Таблица 4. Влияние зитиозной плодовой гнили на содержание моносахаров, дисахаров и кислотности в плодах

№	Варианты опытов	Количество моносахаров, %	Количество дисахаров, %	Кислотность, %
1	Плоды пораженные I баллом	6	5,1	3,7
2	Плоды пораженные II баллом	5,8	5,4	4,0
3	Плоды пораженные III баллом	5,2	4,8	4,1
4	Непораженные плоды (контроль)	6,7	6,8	3,6

Как видно из таблицы 4, в пораженных плодах снижается количество моно и дисахаров, повышается кислотность. Этот процесс коррелирует с интенсивностью развития болезни.

На сегодняшний день интегрированность защиты растений состоит в научно-обоснованном применении в зависимости от конкретной агроэкологической и фитосанитарной обстановки сочетания четырех основных методов управления численностью вредных организмов в агроценозах иммуногенетического, агротехнического, химического и биологического. Экологическая безопасность технологий предусматривает применение защитных мероприятий, не только не наносящих вред человеку и окружающей среде, но и выполняющих роль природоохранных факторов (повышение плодородия почвы, сохранение полезной микрофлоры, энтомофауны, фитофауны, улучшение среды обитания). Экономическая обоснованность системы определяется ее эффективностью и окупаемостью (Словцов, Р. И. 2008; Миренков, Ю. А. 2008).

Химический метод в настоящее время является одним из важных мероприятий в борьбе с вредителями, болезнями и сорняками плодовых и ягодных культур, так как имеет некоторое преимущества перед другими методами. Этот метод особенно эффективен при массовом распространении вредных организмов на больших площадях, оказывает быстрое действие. Однако имеет ряд недостатков: опасность загрязнения окружающей среды и растительной продукции. По этому химическая защита должна сопровождаться строгим санитарно-гигиеническим контролем. Обработки растений пестицидами должны проводиться в соответствии с регламентом их применения с учетом фитосанитарного состояния плодовых и ягодных культур (Захарычев, В. В. 2019; Зинченко, В. А. 2012; Федоренко, В. Ф. 2018).

Получать высокие урожаи в саду, иметь здоровые деревья и кустарники можно только при условии правильного и своевременного проведения комплекса мер по защите от вредных организмов (Табл. 5).

Таблица 5. Фунгициды применяемые против зитиозной плодовой гнили (Геранбойский район, гранатовый сад, 2019 год)

№	Название препарата	Действующее вещество	Концентрация препарата, %	Биологическая эффективность, %
				Зитиозная плодовая гниль
1	Azoxifen-32,5%SC	Азокситропин 20,0% + Дифеноконазол 12,5%	0,05	26,3
2	Conazol-25%ЕК	Дифеноконазол 250 г/л	0,05	55,9
3	Selfat-53,5%VP	Хлорид меди 375 г + Цинеб 160 г/кг	0,4	60,0
4	P-oxid-50%VP	Хлорокис меди 500г/кг	0,3	40,9
5	Контроль (без химического контроля)	-	-	-

Как видно из данных таблицы 5, применение системных фунгицидов, таких как азоксифен, коназол, или их чередование с контактными препаратами (сельфат, П-оксирид) обеспечивают высокую биологическую эффективность в борьбе с основными болезнями граната. Как видно из таблицы 5, в 2019 году наилучший результат против зитиозной плодовой гнили получен в случае 0,4%-ным сельфатом. При этом, биологическая эффективность препарата составило 60,0%.

ВЫВОДЫ

На основе проведенных нами исследований установлено, что грибные заболевания, распространенные в Азербайджане, причиняют большой ущерб насаждениям граната.

В западной части Азербайджана на гранате выявлены 20 видов грибов, поражающих корни, стволы, листья, цветы, плоды. Из выявленных грибов частотой встречаемости и вредоносностью выделяются грибы: *Zythia versoniana* Sacc., *Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk. Зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.) и антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.) характеризуется широким распространением; часто их распространение достигает до 70-75%.

Возбудитель плодовой гнили гриб *Zythia versoniana* Sacc. проникает в ткани через механически поврежденные места; при поражении молодые плоды опадают, созревающие мумифицируются. Поражаются и цветы, они усыхают. Инкубационный период болезни не превышает 1-3 дня.

Первое появление болезни отмечено в июле или в первой половине августа, максимального развития достигает в начале октября.

Установлены кардинальные температуры и pH питательной среды для развития возбудителя болезни, а также его вредоносность; выявлены сравнительно устойчивые сорта граната.

В борьбе с болезнями граната значительны как санитарно-гигиенические, агротехнические, так и химические мероприятия.

Защита насаждений граната от болезней может успешной только при регулярном проведении системы профилактических и истребительных мероприятий в питомнике, в молодом и плодоносящем саду.

Создание и районирование высокоустойчивых к болезням сортов граната;

Размещение питомников на удалении не менее 500 м от взрослых насаждений граната, на почвах, не зараженных возбудителями болезней;

Осуществление в питомниках агротехнических мероприятий по созданию здорового посадочного материала, включающих: соблюдение принятого для данной зоны севооборота, дренаж почвы, посадку непораженными черенками, своевременные и регулярные поливы в условиях орошения, внесение фосфорных и калийных удобрений, систематическую борьбу с сорняками и др.;

Лечение раковых ран и мест проявления зитиоза химико-хирургическим методом;

Защитные опрыскивания молодых и плодоносящих садов граната 1%-ной бордоской жидкостью, азоксифеном, коназолом или другими их заменителями: первое – до распускания почек (после обрезки и очистки стволов и скелетных веток от отставшей коры, мхов и лишайников); второе – после опадения первых лепестков; третье – через 20 дней после второго; четвертое – при достижении плодами крупных размеров; пятое – (в случае необходимости) – через 15-20 дней после четвертого.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. HÜSEYNOVA, L.A. (2018). Nar bitkisinin əsas xəstəlikləri və onlarla mübarizə tədbirləri [The main diseases of pomegranate and measures to combat them]/AMEA-nın Gəncə bölməsinin Xəbərlər məcmuəsi No. 3, pp. 118-122 s.
2. KAHRAMANOĞLU, İ., USANMAZ, S. (2005). Nar yetiştiriciliği. [Pomegranate cultivation]. Kıbrıs, 42 s.
3. METİN A., ŞAHİN A., CANIHOŞ E., ÖZTÜRK N. (2012). Nar yetiştiriciliği. [Pomegranate cultivation]. Ankara, 35 s.
4. ŞAHİN, A. (2013). Nar yetiştiriciliği. [Pomegranate cultivation]. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, 15 s.
5. ÖZGÜVEN, A., YILMAZ, C., YILMAZ, M., İMRAN, B., DİKKAYA, Y. (2015). Nar yetiştiriciliği. [Pomegranate cultivation]. Kıbrıs, 42 s.
6. HÜLYA P., ÖZTÜRK, N. (2008). Nar hastalık ve zararlıları. [Pomegranate diseases and pests]. Ankara, 37 s.
7. КУЛЬКОВ, О.П. (1983). Культура граната в Узбекистане. [Pomegranate culture in Uzbekistan]. -Ташкент: ФАН, 5 с.
8. ГРЕКОВ, С.П. (2002). Субтропические в средних широтах. [Subtropical in mid-latitudes]. -Донецк: Изд-во АСТ-Сталкер, 41 с.
9. ЧУМАКОВ, А.Е., МИНКЕВИЧ, И.И., ВЛАСОВ, Ю.И., ГАВРИЛОВА, Е.А. (1974). Основные методы фитопатологических исследований. [The main methods of phytopathological research]. М.: Колос, 75 с.
10. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта. [Field experiment technique]. М.: Агропромиздат, 122 с.
11. МИНКЕВИЧ, И.И. (1974). Методика выявления и учета болезней плодовых и ягодных культур. [Methodology for identifying and recording diseases of fruit and berry crops]. М.: Колос, 28 с.

12. МИНКЕВИЧ, И. И. (1971). Методика выявления и учета болезней плодовых культур. [Methodology for identifying and recording diseases of fruit crops]. М.: Наука, 37 с.
13. ДЬЯКОВ, Ю. Т. (2012). Фундаментальная фитопатология. [Fundamental phytopathology]. М.: Красанд, 129 с.
14. БИЛАЙ, В. И. (1982). Методы экспериментальной микологии. [Experimental mycology methods]. Киев: Науково думка, 103 с.
15. ХОХРЯКОВ, М. К. (1976). Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. [Guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi]. Л.: Колос, 72 с.
16. БИЛАЙ, В. И. (1986). Основы общей микологии. [Fundamentals of General Mycology]. Киев: Вища школа, 111 с.
17. ГАРИБОВА, Л. В., ЛЕКОМЦЕВА, С. Н. (2005). Основы микологии: Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. [Fundamentals of mycology: Morphology and taxonomy of fungi and fungi-like organisms]. М.: Товарищество научных изданий КМК, 204 с.
18. ХОХРЯКОВ, М. К. и др. (2003). Определитель болезней растений. [Identifier of plant diseases]. М.: ЛАНЬ, 505 с.
19. ПИДОПЛИЧКО, Н. М. (1977). Грибы-паразиты культурных растений. [Fungi are parasites of cultured plants]. Киев: Науково думка, 124 с.
20. ЧЕРЕМИСИНОВ, Н. А., НЕГРУЦКИЙ, С. Ф., ЛЕШКОВЦЕВА, И. И. (1970). Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. [Fungi and fungal diseases of trees and shrubs]. М.: Лесная промышленность, 250 с.
21. КАЛЮЖНЫЙ, Ю. В. (1988). Болезни субтропических и тропических плодовых культур и борьба с ними. [Diseases of subtropical and tropical fruit crops and their control]. Киев: Украинская Сельскохозяйственной Академии, часть 1, 27 с.
22. ЗАХАРЫЧЕВ, В.В. (2019). Грибы и фунгициды. [Mushrooms and fungicides]. М.: ЛАНЬ, 59 с.
23. СЛОВЦОВ, Р. И., БОРИСОВА, Т. Г., ГОЛЕНЕВА, Л. М. (2008). Принципы, методы и технологии интегрированной защиты растений. [Principles, methods and technologies of integrated plant protection]. Москва: Изд-во РГАУ, 53 с.
24. МИРЕНКОВ, Ю. А. и др. (2008). Интегрированная защита растений. [Integrated crop protection]. Минск: ИВЦ Минфина, 48 с.
25. ЗИНЧЕНКО, В. А. (2012). Химическая защита растений: средства, технология и экономическая безопасность. [Chemical plant protection: means, technology and economic safety]. Москва: Колос, 109 с.
26. ФЕДОРЕНКО, В. Ф., МИШУРОВ, Н. П., КОНОВАЛЕНКО, Л. Ю. (2018). Современные технологии производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения. [Modern technologies for the production of pesticides and agrochemicals of biological origin]. Москва: ФГБНУ Росинформагоротех, 104 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ГУЛИЕВ Фарман

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ленкоранский Региональный Научный Центр НАНА, Азербайджан

E-mail: prof.fquliyev@mail.ru

ГУСЕЙНОВА Лала

докторант, Институт Защиты растений и Технических культур Республики Азербайджан, г. Гянджа, Азербайджан

E-mail: fitopatoloq.Lale@mail.ru

Data prezentării articolului: 17.10.2020

Data acceptării articolului: 12.12.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4320984

УДК: 633.34:581.557:632.95:581.132

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОТВЕТА СОЕВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА НА ДЕЙСТВИЕ ФУНГИЦИДОВ СТАНДАК ТОП И ФЕВЕР

*Елена КИРИЧЕНКО, Анастасия ПАВЛИЩЕ,
Светлана ОМЕЛЬЧУК, Алла ЖЕМОЙДА, Сергей КОЦЬ*

Abstract. The article presents the results of the investigations of physiological aspects of the response of soybean-rhizobium symbiosis (the formation of the symbiotic apparatus and its functional activity, the level and ratio of photosynthetic pigments – chlorophyll and carotenoids in the leaves of plants, the development and productivity of soybean plants) to the seed treatment with fungicides on the day of sowing were studied in pot experiments with soil culture.

Methods. Physiological, biochemical, microbiological. **Results.** It was shown that seed treatment of early-ripening varieties of soybean Almaz with the fungicides Standak Top and Fever on the day of sowing, followed by seed inoculation with nodule bacteria strain 634b significantly inhibited the functioning of the symbiotic apparatus during the budding phase (by 55 and 62%) and full flowering (by 46 and 51%). The realization of the nodulation ability of the microsymbiont remained stable, since the difference in the number and mass of nodules on the plant, the mass of 1 nodule as well as the sensitivity of plants to inoculation (nodulation scale) did not significantly differ against the control (without fungicides) except for the initial phase of symbiosis formation. Under the action of fungicides, an imbalance in the synthesis of green photosynthetic pigments and carotenoids as well as their ratio in the first half of soybean vegetation were established, while these were almost equalized to the level of control plants during the full flowering stage and treated plants had a slightly reduced chlorophyll *a* content (by 15 and 7%), chlorophyll *b* (by 10 and 4%) and carotenoids (by 11 and 8%). Compared with Standak Top, Fever had a less toxic effect, and during the developmental stage of three true leaves, it even caused an activating effect on the photosynthetic apparatus of plants: the level of chlorophyll *a* and carotenoids significantly (5 and 18%, respectively) exceeded the control values. Such changes in the symbiotic and photosynthetic apparatus of soybean plants can be considered as components of the adaptation of soybean-rhizobium symbiosis to the treatment with fungicides and maintenance of proper development of plants in such conditions (positive changes were found in the vegetative mass and growth indicators in the range of 5–21% and 16–39% using Standak Top and Fever, respectively) with stable realization of their productive potential (seed yield at the control level). **Conclusions.** The physiological aspects of the response of soybean-rhizobium symbiosis to the effect of anthropogenic factor that we have established indicate the possibility of using the fungicides Standak Top and Fever (1.5 and 0.3 l / ton of seeds, respectively) for pre-sowing treatment of soybean seeds on the day of sowing, followed by its rhizobia bacterization.

Key words: Soybean-rhizobium symbiosis; Fungicides; Nodulation; Nitrogen fixation; Chlorophylls; Carotenoids; Yield.

Реферат. В статье изложены результаты исследования физиологических аспектов ответа соево-ризобиального симбиоза (формирование симбиотического аппарата и его функциональной активности, уровня и соотношения фотосинтетических пигментов хлорофилла и каротиноидов в листьях растений, развития и продуктивности сои) на фоне обработки семян фунгицидами в день посева в вегетационных условиях с почвенной культурой. **Методы.** Физиологические, биохимические, микробиологические. **Результаты.** Установлено, что обработка семян сои раннеспелого сорта Алмаз фунгицидами Стандак Топ и Феве в день посева с последующей инокуляцией клубеньковыми бактериями штамм 643б существенно угнетало функционирование симбиотического аппарата в фазы бутонизации (на 55 и 62%) и массового цветения (на 46 и 51%). Реализация нодуляционной способности микросимбионта оставалась стабильной, поскольку разница в количестве и массе клубеньков на растении, массе 1 клубенька и чувствительности растений к инокуляции (шкала нодуляции) достоверно не отличались от контроля (без фунгицидов) за исключением начальной фазы образования симбиоза. При действии фунгицидов установлен дисбаланс в синтезе зеленых фотосинтетических пигментов и каротиноидов, а также их соотношения в первую половину вегетации сои, который практически выравнивался до уровня контрольных растений в фазе массового цветения и характеризовался несколько сниженным содержанием хлорофилла *a* (на 15 и 7%), хлорофилла *b* (на 10 и 4%) и каротиноидов (на 11 и 8%). Феве по сравнению со Стандак Топом оказал менее токсичное, а в фазе развития трех настоящих листьев – активирующее действие на фотосинтетический аппарат растений: уровень хлорофилла *a* и каротиноидов достоверно (на 5 и 18% соответственно) превышал контрольные значения. Такие изменения симбиотического и фотосинтетического аппарата сои могут рассматриваться как составляющие адаптации соево-ризобиального симбиоза к действию фунгицидов и

поддержания в таких условиях полноценного развития растений (по формированию вегетативной массы и ростовым показателями установлены положительные изменения в пределах 5–21% и 16–39% при использовании Стандак Топа и Февера соответственно) со стабильной реализацией их продуктивного потенциала (урожай семян на уровне контроля). **Выводы.** Установленные нами физиологические аспекты ответа соево-ризобияльного симбиоза на действие антропогенного фактора свидетельствуют о возможности применения фунгицидов Стандак Топ и Февер (1,5 и 0,3 л / тонну семян соответственно) для предпосевного протравливания семян сои в день посева с последующей его бактеризацией ризобиями.

Ключевые слова: Соево-ризобияльный симбиоз; Фунгициды; Нодуляция; Азотфиксация; Хлорофиллы; Каротиноиды; Урожай.

ВВЕДЕНИЕ

Протравливание семян сои – технологический процесс, который обеспечивает его обеззараживание перед посевом с целью угнетения развития фитопатогенов – возбудителей болезней растений (Сергієнко, В. та ін. 2014; Мостов'як, І. та ін. 2019). Протравливание семян обеспечивает, в частности, его активную всхожесть, в том числе, и за счет минимизации заболеваний, обусловленных наличием фитопатогенов на семенах на ранних этапах онтогенеза, а также полноценное развитие растений в последующие фазы вегетации, повышение их стрессоустойчивости и семенной продуктивности (Миколаєвський, В. та ін. 2016). На сегодня существует широкий спектр химических способов защиты растений с бактерицидным и фунгицидным действием, которые широко применяются в производстве сои (Шелудько, О. та ін. 2014). Использование фунгицидов для протравливания семян должно быть согласовано с еще одним технологическим приемом – его бактеризацией, определяющей формированием симбиотических систем и обеспечивающей более полную реализацию продуктивного потенциала растений (Kintschev, M. et al. 2014; Саєнко, Г. и др. 2018). Исходя из этого, актуальным является изучение вопроса совместимости используемых фунгицидов с ризобияльными инокулянтами (Саєнко, Г. и др. 2018) с целью разработки оптимальных технологий при выращивании сои. При этом необходимо учитывать, с одной стороны, реакцию чувствительности бактерий к фунгициду в условиях чистой культуры (Mishra, G. et al. 2013; Якименко, М. и др. 2016; Воробей, Н. та ін. 2020), с другой – при формировании симбиотических систем с растениями (Bikrol, A. et al. 2005; Вознюк, С. та ін. 2015; Омельчук, С. та ін. 2017; Саєнко, Г. и др. 2018, Мостов'як, І. та ін. 2018). Известно о стимулирующем действии препарата Максим на рост ризобий сои штаммов 648а, БМ-85, СМ-42 в условиях *in vitro* (Якименко, М. и др. 2016), тогда как к фунгициду Витавакс клубеньковые бактерии сои оказались достаточно чувствительными (Mishra, G. et al. 2013; Вознюк, С. та ін. 2016). Высокая резистентность ризобий сои показана и относительно фунгицидов Максим XL 035 FS и Аканто Плюс, тогда как Бенорад был токсичным практически для всех исследуемых штаммов. При этом резистентность штаммов была несколько выше к действию 1 нормы Бенорада по сравнению с 2 нормами фунгицида (Воробей, Н. та ін. 2020). В условиях *in situ* на фоне применения фунгицидов Максим Стар 025 FS, Максим XL 035 FS, Ламардор 400 FS, Кинто Дуо процессы формирования и функционирования симбиотических систем сои существенно изменялись (Вознюк, С., та ін. 2015; Омельчук, С. та ін. 2017), что приводило к уменьшению доли биологического азота в урожае семян сои. Так, обработка семян сои фунгицидом Максим Стар 025 FS не оказывала выраженного отрицательного действия на симбиотический аппарат, поскольку отмечена лишь негативная тенденция относительно показателей фактической нитрогеназной активности корневых клубеньков, тогда как Кинто Дуо существенно угнетал (в 1,8 раза) их функциональную активность (Вознюк, С. та ін. 2015). Установлено, что фунгициды Максим XL 035 FS и Ламардор 400 FS в дозах 1 и 2 нормы угнетали процесс нодуляции сои микросимбионтом (штамм 634б) на ранних этапах формирования симбиотических клубеньков, а также их функциональную активность до фазы массового цветения растений. Токсический эффект прямо зависел от дозы применяемого фунгицида. Препарат Максим XL 035 FS был менее токсичен по сравнению с фунгицидом Ламардор как относительно формирования и функционирования симбиоза, так и развития растений сои на протяжении вегетации (Омельчук, С. та ін. 2017).

Фунгициды при разных способах их применения (протравливание семян, опрыскивание рас-

тений по вегетации) оказывают существенное влияние на функционирование фотосинтетического аппарата растений (Petit, A. et al. 2012; Коць, С. та ін. 2018; Мостов'як, І. та ін. 2018; Павлище, А. та ін. 2019). Фотосинтетическая активность растений и их продуктивность в значительной степени обусловлены уровнем фотосинтетических пигментов хлорофиллов и каротиноидов в листьях (Morgun, V. et al. 2019). Пигментный комплекс растений проявляет высокую степень чувствительности к факторам окружающей среды, что позволяет отнести его к тем критериям, по которым можно определять уровень адаптации растений к природным и антропогенным стрессовым факторам. При этом для процесса фотосинтеза более важным является именно соотношение, а не абсолютное содержание в листьях растений фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a* к *b*, суммарного хлорофилла к каротиноидам), которое может свидетельствовать о нарушении в функционировании светособирающих комплексов и реакционных центров фотосинтезирующих систем.

Исходя из этого, цель работы состояла в исследовании некоторых физиологических аспектов ответа соево-ризобияльного симбиоза (формирование симбиотического аппарата и его функциональной активности, уровня и соотношения фотосинтетических пигментов хлорофиллов и каротиноидов в листьях растений, развития и продуктивности сои) на фоне протравливания семян фунгицидами Стандак Топ и Февер в день посева.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования были соево-ризобияльные симбиозы, сформированные растениями сои (*Glycine max* L. Merr.) раннеспелого сорта Алмаз с бактериями *Bradyrhizobium japonicum* 6346 на фоне протравливания семян фунгицидами Стандак Топ и Февер в день посева.

Сорт Алмаз получен методом гибридизации сортов Бельцы 3/86-х и Fiskebv-840-5-3, существенно превышал (на 6–8 ц/га) уровень урожайности родительских сортов. С 2007 г внесен в реестр сортов растений Украины, патент № 07105 (собственники – Полтавская государственная аграрная академия, Билявская Л.Г.). Сорт зернового типа применения, раннеспелый (вегетационный период 100-105 дней), содержание белка в семенах – 38–39%, масла – 24–26% [за <http://www.semagro.com.ua/products/almaz-483.html>].

Клубеньковые бактерии *Bradyrhizobium japonicum* 6346 (коллекция штаммов симбиотических и ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов Института физиологии растений и генетики – ИФРГ НАН Украины) выращивали при 28°C на маннитно-дрожжевом агаре (г/л): K_2HPO_4 – 0,5; $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,4; NaCl – 0,1; маннит – 10,0; дрожжевой экстракт – 0,5; агар-агар – 16,0; дистиллированная вода – 1 л; pH 6,8–7,0 в течение 10 суток, смывали культуру стерильной водой, перемешивали до однородной суспензии и определяли количество жизнеспособных (колониеобразующих единиц) бактерий классическим микробиологическим методом серийных разведений и посева на питательную среду с последующим подсчетом колоний. Титр бактерий в суспензии составлял 10^8 кл/мл.

Обработку семян фунгицидами Стандак Топ и Февер проводили в день посева, используя рекомендованную производителями дозу (1,5 и 0,3 л/т соответственно). Февер® 300 FS, ТН – фунгицид контактно-системного действия («Bayer Crop Science AG», Германия) с активным веществом протиоконазол (300 г/л) из нового подкласса триазолинтионов. Стандак Топ («BASF», Германия) – инновационный протравитель для контроля основных болезней и вредителей сои с действующими веществами фипронил (250 г/л, класс фенилпиразолы) + тифанатметил (225 г/л, класс бензимидазолы) + пираклостробин (25 г/л, класс стробилуринов) [<http://www.demetra-agra.com.ua> и <http://www.cropscience.bayer.ua>].

Через час обработанные фунгицидами семена инокулировали в течение часа суспензией *B. japonicum* 6346 и высевали в сосуды (20 шт. / сосуд, 6 сосудов / вариант). До урожая оставляли по 6 растений / сосуд. Контролем был вариант без обработки семян фунгицидами, но с инокуляцией ризобиями.

Особенности формирования и функционирования симбиотических систем сои при инокуляции семян ризобиями на фоне протравливания фунгицидами изучали в вегетационных условиях (10-кг сосуды Вагнера) с почвенной культурой (почва : песок – 3:1), в которую вносили питательную смесь Гельригеля с 0,25 нормы минерального азота. Природное освещение и температура воздуха, полив 60% от полной влагоемкости. Схема опыта:

Инокуляция семян ризобиями (контроль)

Инокуляция семян ризобиями + Стандак Топ

Инокуляция семян ризобиями + Февер

Анализировали:

- формирование симбиоза по нодуляционной способности ризобий сои (активности образования корневых клубеньков, их количества, массы на растении, шкалой нодуляции) (Кириченко, О. 2016);

- функциональную (нитрогеназную) активность соево-ризобиальных симбиозов – ацетиленовым методом по (Hardy, R. et al. 1973) на газовом хроматографе Agilent GC System 6850 (США). Количество этилена, образованного из ацетилена за 1 час инкубации под действием энзима нитрогеназы инкубированного образца выражали в молярных единицах этилена на 1 растение за 1 час. Нитрогеназную активность симбиоза выражали в микромолях C_2H_4 / (растение • ч) – фактическая активность, в микромолях C_2H_4 / (г клубеньков • ч) – удельная активность. Нитрогеназную активность морфо-структурной симбиотической единицы – в наномолях C_2H_4 / (1 клубенок • ч). Определения проводили в 6 биологических повторениях. Также осуществляли в 10-кратной биологической повторности оценку азотфиксирующей активности корней сои с ризосферной почвой на раннем этапе онтогенеза растений (фаза развития примордиального листка), которую выражали в наномолях C_2H_4 / (растение с почвой • ч).

- содержание фотосинтетических пигментов (каротиноидов, хлорофилла *a* и *b*) в листьях сои определяли спектрофотометрически на приборе «Smart Spec Plus» (США) при длине волн 480, 649 та 665 нм соответственно по методу Вельбура (Wellburn, A. 1994) и выражали в мг / г сырой массы листьев. Экстракцию растительного материала осуществляли по (Hiscox, J. et al. 1979). Полученные экстракты разводили в диметилсульфоксиде (1:9), что учитывалось при остаточном пересчете уровня пигментов.

Проведена также оценка развития растений за вегетацию: динамика всхожести семян, накопления вегетативной массы, рост, формирование цветков и бобов, а также урожая сои.

Отборы растений осуществляли в фазы развития примордиального листка (15-дневные растения), двух и трех настоящих листьев (25- и 30-дневные растения соответственно), массового цветения (35-дневные растения), активного плодообразования (47-дневные растения) и полной спелости семян (100-дневные растения).

Результаты статистически обработаны (*Statgraphyc Plus*) и представлены в виде средних значений и их ошибок ($M \pm m$), а также критерия значимости ($P \leq 0,05$) (Доспехов, Б. 1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Установлено, что протравливание семян фунгицидами Стандак Топ и Февер в день посева с последующей инокуляцией клубеньковыми бактериями штамм 6346 повышало уровень всхожести семян на 5-8 сутки после посева на 55, 10, 8 и 4% при использовании Стандак Топ и на 20, 2, 5 и 2% – Февер (Табл. 1). Максимальный эффект отмечен на начальном этапе прорастания семян (соответственно 55 и 20% разница с контролем).

Таблица 1. Динамика всхожести сои сорта Алмаз на фоне протравливания и бактеризации семян (20 семян / сосуд)

Вариант	Сутки после посева			
	5-е	6-е	7-е	8-е
	Количество всходов на сосуд, штук			
Ризобии + вода	6,5±0,3	12,6±0,8	15,5±0,3	17,0±1,0
Ризобии + Стандак Топ	10,1±0,5*	13,9±0,8	16,7±0,8	17,7±0,5
Ризобии + Февер	7,8±1,2	12,8±0,8	16,2±0,0*	17,4±0,4

Примечание. Во всех таблицах: * – положительно достоверно ($P \leq 0,05$), ^ – отрицательно достоверно ($P \leq 0,05$) относительно контроля (инокуляция ризобиями без применения фунгицидов).

Установлено, что образование корневых клубеньков на растениях сои начиналось в фазу развития примордиального листка (15-дневные растения). В контрольном варианте (без фунгицидов)

более 50% растений были инфицированы ризобиями. Февер более существенно угнетал процесс нодуляции растений бактериальным штаммом, поскольку количество растений с клубеньками была меньше, чем в контроле на 23% ($8,6 \pm 1,9$ штук / сосуд против $11,1 \pm 4,0$ в контроле). Стандак Топ был менее токсичным, поскольку $10,8 \pm 1,4$ растений / сосуд были инфицированы ризобиями. В фазу развития двух настоящих листьев у сои отмечена активация клубенькообразования (на 22 и 17%) в вариантах с применением фунгицидов (Рис. 1А). При этом масса таких клубеньков (как общая на растение, так и 1 клубенька) была меньше за контрольные значения (Рис. 1В, 1С).

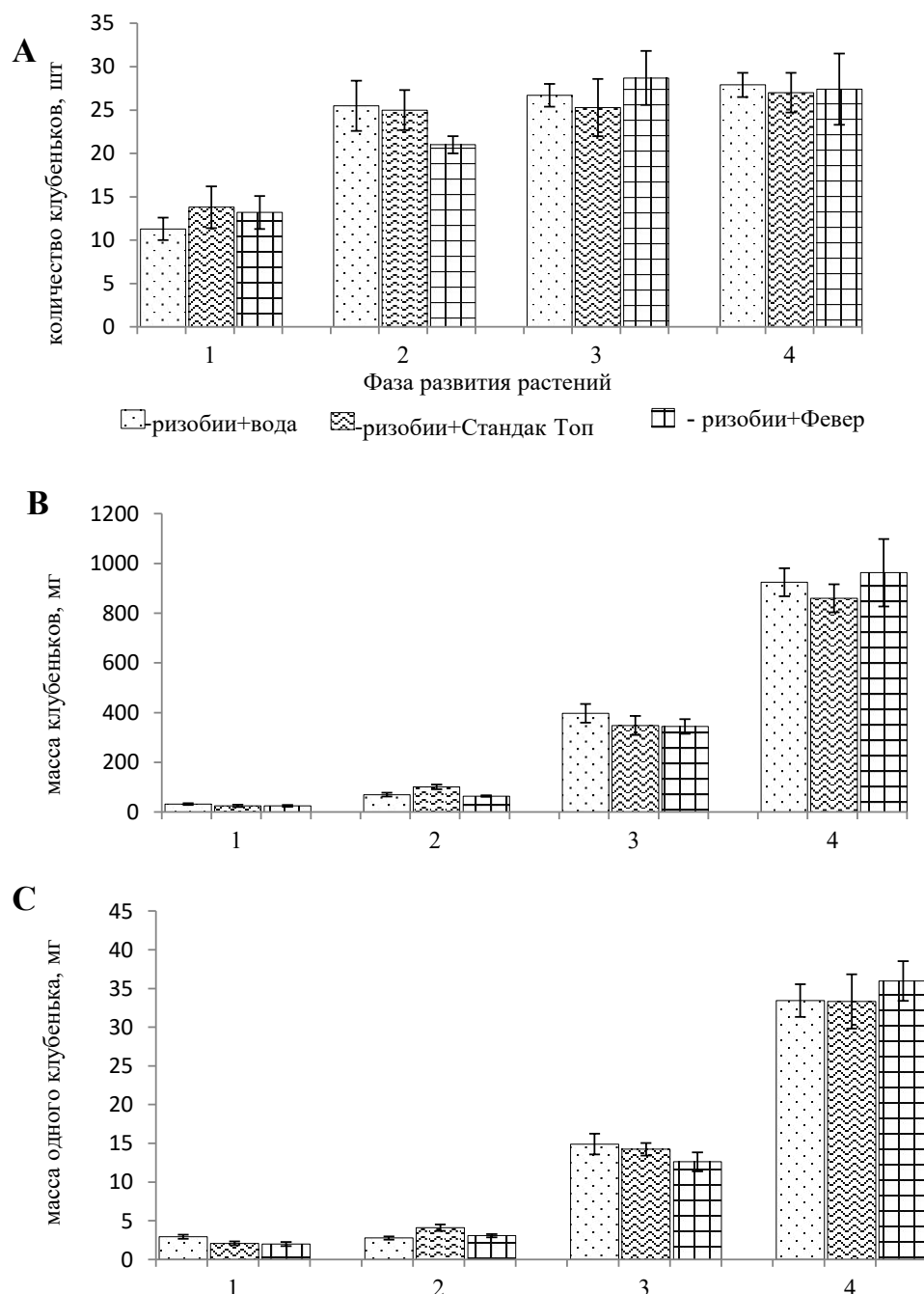


Рисунок 1. Нодуляционная активность ризобий и характеристика корневых клубеньков сои при инокуляции семян клубеньковыми бактериями на фоне применения фунгицидов в день посева: А – количество клубеньков на растении, штук; Б – масса клубеньков на растении, мг; С – масса 1 клубенька, мг. Фаза развития растений: 1 – двух настоящих листьев, 25-дневные растения; 2 – трех настоящих листьев – начала бутонизации, 30-дневные растения; 3 – массового цветения, 35-дневные растения; 4 – активного плодообразования, 47-дневные растения.

Следовательно, на корнях растений под воздействием фунгицидов сформировались мелкие клубеньки, которые по количеству превосходили контроль, но по массе были меньшими.

В фазу развития трех настоящих листьев – начала бутонизации сои только при применении Стандак Топ клубенькообразующая способность ризобий оставалась на уровне контроля при существенном увеличении массы образованных клубеньков (в 1,5 раза). Под влиянием Февера отмечена тенденция к снижению количества и массы клубеньков на растении на 18 и 9% соответственно при незначительном (на 11%) увеличении массы каждого корневого клубенька (Рис. 1). В фазе массового цветения и активного плодообразования сои реализация нодуляционной способности штамма 6346 характеризовалась стабильностью на фоне действия фунгицидов.

Установленные нами закономерности в реализации нодуляционной активности клубеньковых бактерий сои на фоне протравливания семян фунгицидами подтверждались и при анализе результатов шкалы нодуляции растений ризобиями, свидетельствующими о степени чувствительности растений к инокуляции ризобияльным штаммом (Табл. 2).

Таблица 2. Шкала нодуляции растений сои ризобиями при использовании фунгицидов в день посева

Вариант	Количество клубеньков на растении, шт. (шкала)									
	0–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	31–35	36–40	41–45	46–50
% растений с соответствующим количеством клубеньков относительно общего количества растений в варианте										
Фаза развития двух настоящих листьев, 25-дневные растения										
Ризобии + вода	8,3	50,0	16,7	25,0	0	0	0	0	0	0
Ризобии + Стандак Топ	25,0	16,7	8,3	25,0	25,0	0	0	0	0	0
Ризобии + Февер	8,3	25,0	33,3	8,3	16,7	0	0	0	0	0
Фаза развития трех настоящих листьев – начала бутонизации, 30-дневные растения										
Ризобии + вода	0	0	16,7	50,0	0	16,7	16,7	0	0	0
Ризобии + Стандак Топ	0	0	16,7	50,0	16,7	16,7	0	0	0	0
Ризобии + Февер	0	0	50,0	50,0	0	0	0	0	0	0
Фаза массового цветения, 35-дневные растения										
Ризобии + вода	0	0	16,7	0	33,3	33,3	16,7	0	0	0
Ризобии + Стандак Топ	0	0	16,7	0	16,7	50,0	16,7	0	0	0
Ризобии + Февер	0	0	0	33,3	0	33,3	0	33,3	0	0
Фаза активного плодообразования, 47-дневные растения										
Ризобии + вода	0	0	0	42,9	42,9	14,3	0	0	0	0
Ризобии + Стандак Топ	0	0	14,3	28,6	28,6	28,6	0	0	0	0
Ризобии + Февер	0	0	57,1	0	0	0	14,3	28,6	0	0

В фазе развития двух настоящих листьев в вариантах с фунгицидами Стандак Топ и Февер количество растений, образовавших более 20 клубеньков, составила соответственно 25,0 и 16,7 %. В последующие фазы вегетации сои (трех настоящих листьев и массового цветения) количество растений, сформировавших более 25 клубеньков в контрольном варианте и при использовании фунгицида Стандак Топ было аналогичным - 33,4% и 83,4% соответственно. Однако под влиянием Февера – значительно меньше (0 и 66,6% соответственно). В фазе активного плодообразования в контрольном варианте, лишь 14,3% растений сформировали 30 и более клубеньков, тогда как при использовании Стандак Топ и Февер таких растений было вдвое и втрое больше. Полученные нами результаты могут указывать на снижение уровня или полное отсутствие токсического влияния фунгицидов на процесс клубенькообразования и чувствительность растений к ризобиям в фазу вегетации сои максимально отдаленную от начала действия протравителей на семена.

Оценка функциональной активности симбиотического аппарата растений сои на фоне действия фунгицидов свидетельствует о существенном отрицательном влиянии данного антропогенного фактора на способность соево-ризобияльного симбиоза к усвоению молекулярного азота (рис. 2). Существенное угнетение (практически вдвое) нитрогеназной активности (фактической и удельной) корневых клубеньков отмечено в фазу развития двух настоящих листьев у сои. На 55

и 45% соответственно отмечено при использовании Стандак Топа, на 62 и 49% - Февера, а также в фазу массового цветения сои: соответственно на 46 и 41% (Стандак Топ), на 55 и 51% (Февер).

В фазу образования бобов уровень токсического влияния фунгицидов на функционирование симбиотического аппарата сои снизился, поскольку уменьшилась разница по нитрогеназной активности (фактической и удельной) симбиозов опытных вариантов с контролем: соответственно 23 и 17% (Стандак Топ), 35 и 42% (Февер). Необходимо отметить, что в фазу развития трех настоящих листьев – начала бутонизации растения, семена которых обработаны Стандак Топом, сформировали симбиотический аппарат, превосходящий по массе контрольные в 1,5 раза (Рис. 1В) и характеризующийся повышенной в 1,4 раза фактической нитрогеназной активностью (Рис. 2А). При этом увеличивалась также и функциональная активность (в 1,5 раза) каждой симбиотической единицы (Рис. 2С), тогда как удельная нитрогеназная активность симбиоза была на уровне контрольного значения (Рис. 2В).

Установлено, что на функциональную активность ризосферной микробиоты фунгициды не оказывали выраженного отрицательного влияния. Так как в начале вегетации сои (фаза развития примордиального листка, 15-дневные растения) когда симбиотический аппарат на корнях только начинал формироваться, значения нитрогеназной активности в опытных вариантах были на уровне контрольных. Соответственно $1,718 \pm 0,039$ и $1,886 \pm 0,028$ наномоль C_2H_4 / (растение с почвой • ч) по сравнению с $1,847 \pm 0,148$ наномоль C_2H_4 / (растение с почвой • ч) в контроле.

Несмотря на существенное угнетение функциональной активности симбиозов (Рис. 2), сформированных в условиях действия антропогенного фактора фунгицидов, отмечено активное накопление вегетативной массы и рост растений во все исследуемые фазы онтогенеза (Табл. 3).

Таблица 3. Формирование вегетативной массы растениями сои под влиянием фунгицидов и инокуляции семян

Вариант	Сырая масса растения, г		Абсолютно сухая масса растения, г		Высота надземной части, см
	надземная часть	корень	надземная часть	корень	
Фаза развития двух настоящих листьев, 25-дневные растения					
Ризобии + вода	3,81±0,30	0,64±0,06	0,73±0,05	0,09±0,01	–
Ризобии + Стандак Топ	4,18±0,14	0,77±0,04*	0,80±0,04	0,11±0,01	–
Ризобии + Февер	4,42±0,20*	0,75±0,03*	0,81±0,04	0,10±0,01	–
Фаза развития трех настоящих листьев – начала бутонизации, 30-дневные растения					
Ризобии + вода	4,94±0,18	3,12±0,39	1,17±0,11	0,32±0,03	23,3±0,6
Ризобии + Стандак Топ	6,11±0,17*	3,18±0,29	1,33±0,02*	0,34±0,03	28,3±1,7*
Ризобии + Февер	5,72±0,37*	2,27±0,18^	1,08±0,10	0,25±0,01^	32,4±1,6*
Фаза массового цветения, 35-дневные растения					
Ризобии + вода	10,19±0,41	3,55±0,25	2,35±0,13	0,49±0,03	38,8±1,7
Ризобии + Стандак Топ	9,43±0,31	3,92±0,28	2,29±0,10	0,53±0,04	37,0±0,7
Ризобии + Февер	10,14±0,54	3,36±0,30	2,27±0,16	0,47±0,03	42,0±0,7*
Фаза активного плодообразования, 47-дневные растения					
Ризобии + вода	15,45±0,93	4,05±0,44	5,13±0,28	0,73±0,07	55,7±3,6
Ризобии + Стандак Топ	16,14±1,17	4,10±0,30	4,99±0,35	0,81±0,10	55,4±2,5
Ризобии + Февер	18,09±1,42*	4,71±0,50*	6,71±0,49*	1,09±0,19*	67,0±0,6*

В варианте со Стандак Топом положительная разница с контролем составила для высоты и массы надземной части сои 21% и от 5 до 24 % соответственно, для массы корня – от 10 до 20%. В варианте с Февером – по высоте и массе надземной части сои 8-39% и 16-17% соответственно. Максимальный положительный эффект действия на растения установлен для Февера: относительно ростовых процессов – на 10-14%, вегетативной массы – на 6–12% больше по сравнению со Стандак Топом.

На фоне действия фунгицидов в день посева на семена сои отмечены определенные изменения в синтезе фотосинтетических пигментов – хлорофилла и каротиноидов в листьях вегетирующих растений (Табл. 4). В фазу развития трех настоящих листьев достаточно существенно и в равной мере (на 25–26%) проис-

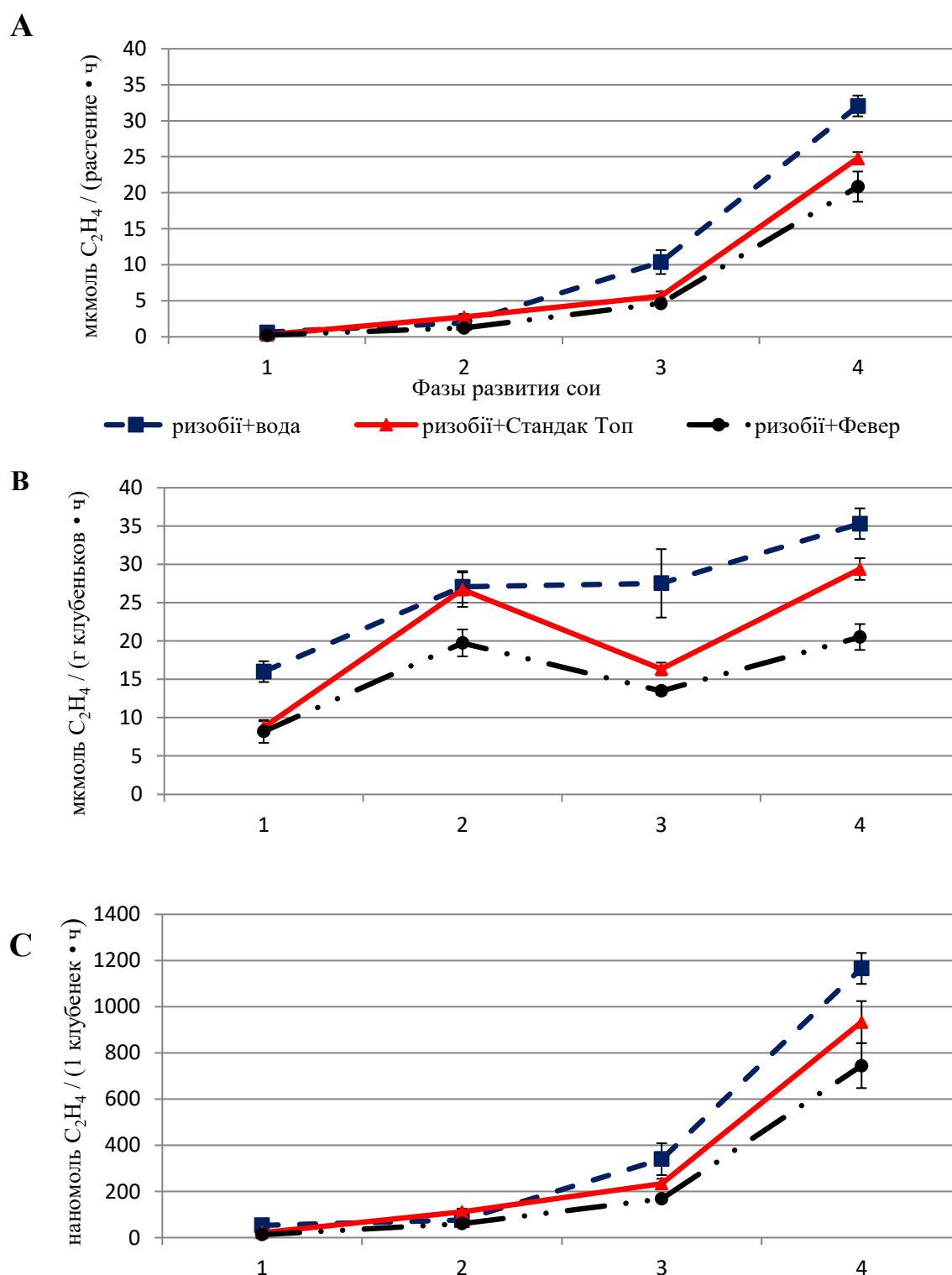


Рисунок 2. Нитрогеназная активность симбиотического аппарата сои при инокуляции семян на фоне действия фунгицидов: А – фактическая активность; В – удельная активность; С – активность 1 клубенька. Фазы развития растений: 1 – двух настоящих листьев, 25-дневные растения; 2 – трех настоящих листьев – начала бутонизации, 30-дневные растения; 3 – массового цветения, 35-дневные растения; 4 – активного плодообразования, 47-дневные растения.

ходило угнетение синтеза хлорофилла *b* по сравнению с контролем (без фунгицида). Тогда как содержание хлорофилла *a*, оставалось на уровне контроля при негативной тенденции (-4%) в случае применения Стандак Топ и достоверно превышало контроль (на 5%) при использовании Февера. Такие изменения приводили к нарушению соотношения хлорофилла *a* к *b* относительно контрольных растений соответственно на 31 и 43% в направлении значительного увеличения уровня хлорофилла *a* к *b*.

Содержание каротиноидов у растений, семена которых обрабатывали фунгицидами, достоверно повышалось (на 18%) при использовании Февера или было на уровне контроля при положительной тенденции (2%) под влиянием Стандак Топ (Табл. 4). В данную фазу онтогенеза установлены существенные отличия в соотношении суммарного содержания хлорофилла к каротиноидам, в направлении увеличения уровня последних. Он увеличился на 12 и 17% соответственно в вариантах со Стандак Топом и Февером по сравнению с контролем (без фунгицидов). В фазу массового цветения сои отмечено достоверное снижение (на 15 и 7%) уровня хлорофилла *a*, при действии фунгицидов Стандак Топ и Февер соответственно, а также хлорофилла *b* (на 10%) при использовании Стандак Топ. При этом не выявлено существенных изменений в их соотношении (*a/b*), что наблюдалось в предыдущую фазу вегетации сои. Содержание каротиноидов достоверно уменьшалось (на 11%) в листьях растений под влиянием Стандак Топ и оставалось на уровне контроля в варианте с Февером. При этом соотношение общего хлорофилла к каротиноидам вышло на уровень контроля (Табл. 4).

В фазу начала цветения сои (32- и 33-дневные растения) установлено более активное формирование генеративных органов у растений, семена которых обрабатывали фунгицидами: на 15–17% и 22% соответственно для Стандак Топ и Февера. Количество растений сформировавших цветки по отношению к общему количеству растений в варианте составило 50 и 80% (Стандак Топ), а также 37 и 83% (Февер).

В фазу полной спелости семян сои (Табл. 5) количество образованных растениями бобов в вариантах с применением фунгицидов положительно отличалось от контроля на 12 и 11% (Стандак Топ и Февер). Установлено также увеличение количества бобов в плодузлах сои данных вариантов соответственно на 16 и 11%. Количество и масса семян на растениях существенно не изменялись: положительная тенденция (соответственно 9 и 7%) отмечена при использовании Февера, отрицательная (соответственно -3 и -5%) – Стандак Топ.

Протравливание семян Февером обеспечило несколько больший (на 6%) урожай семян сои (урожай, г / сосуд), но это увеличение было недостоверным. В варианте со Стандак Топом получен урожай семян сои на уровне контроля.

Таблица 4. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях сои при бактеризации семян ризобиями и протравливании фунгицидами в день посева

Вариант	Хлорофилл, мг/ г сырой массы листьев				Каротиноиды, мг/ г сырой массы листьев	Отношение хлорофилла к каротиноидам
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a / б</i>	<i>a + б</i>		
Фаза развития трех настоящих листьев – начала бутонизации, 30-дневные растения						
Ризобии + вода	<u>4,11±0,05</u> 100	<u>1,16±0,04</u> 100	<u>3,5</u> 100	<u>5,27±0,04</u> 100	<u>1,02±0,01</u> 100	<u>5,2</u> 100
Ризобии + Стандак Топ	<u>3,94±0,16</u> 96	<u>0,86±0,03^</u> 74	<u>4,6</u> 131	<u>4,80±0,09^</u> 91	<u>1,04±0,02</u> 102	<u>4,6</u> 88
Ризобии + Февер	<u>4,33±0,03*</u> 105	<u>0,87±0,03^</u> 75	<u>5,0</u> 143	<u>5,20±0,03</u> 99	<u>1,20±0,16*</u> 118	<u>4,3</u> 83
Фаза массового цветения, 35-дневные растения						
Ризобии + вода	<u>4,72±0,05</u> 100	<u>1,74±0,13</u> 100	<u>2,7</u> 100	<u>6,46±0,09</u> 100	<u>1,11±0,06</u> 100	<u>5,8</u> 100
Ризобии + Стандак Топ	<u>4,03±0,02^</u> 85	<u>1,56±0,03^</u> 90	<u>2,6</u> 96	<u>5,59±0,03^</u> 87	<u>0,99±0,01^</u> 89	<u>5,6</u> 97
Ризобии + Февер	<u>4,38±0,12^</u> 93	<u>1,67±0,08</u> 96	<u>2,6</u> 96	<u>6,05±0,10^</u> 94	<u>1,02±0,04</u> 92	<u>5,9</u> 102

Примечание. См. здесь и в табл. 5: В числителе – абсолютные значения, в знаменателе – % к контролю (без фунгицида).

Таблица 5. Структура урожая сои сорта Алмаз на фоне протравливания и инокуляции семян

Вариант	Количество, шт.					Масса, г				K _{хоз.}
	бобов	плодо- узлов	бобов плодо- узла	семян боба	семян	семян	семян сосуд	1000 семян	растения	
	на растение				на растение					
Ризобии + вода	$12,6 \pm 0,9$ 100	$6,8 \pm 0,2$ 100	$1,9 \pm 0,1$ 100	$2,0 \pm 0,0$ 100	$23,9 \pm 1,9$ 100	$4,61 \pm 0,19$ 100	$27,78 \pm 1,25$ 100	$195,73 \pm 7,65$ 100	$8,44 \pm 0,39$ 100	$0,55 \pm 0,00$ 100
Ризобии + Стандак Топ	$14,1 \pm 0,4$ 112	$6,1 \pm 0,2$ 90	$2,2 \pm 0,1$ 116	$1,8 \pm 0,0$ 90	$23,1 \pm 0,1$ 97	$4,40 \pm 0,09$ 95	$26,37 \pm 0,55$ 94	$196,50 \pm 6,53$ 100	$7,93 \pm 0,13$ 94	$0,55 \pm 0,00$ 100
Ризобии + Февер	$14,0 \pm 0,5$ 111	$6,5 \pm 0,1$ 96	$2,1 \pm 0,1$ 111	$1,9 \pm 0,0$ 95	$26,1 \pm 0,9$ 109	$4,91 \pm 0,07$ 107	$29,44 \pm 0,38$ 106	$193,53 \pm 1,99$ 99	$8,60 \pm 0,19$ 102	$0,57 \pm 0,02$ 104

При исследовании вопроса совместимости фунгицидов применяемых с целью обеззараживания семян сои перед посевом и процесса их инокуляции бактериальными препаратами, что является обязательным технологическим приемом при выращивании этой бобовой культуры необходимо учитывать оценку степени чувствительности или резистентности бактерий к фунгициду как в условиях чистой культуры (Mishra, G. et al. 2013; Якименко, М. и др. 2016; Воробей, Н. та ін. 2020), так и при формировании симбиотических систем с растениями (Bikrol, A. et al. 2005; Вознюк, С. та ін. 2015; Омельчук, С. та ін. 2017; Мостов'як, І. та ін. 2018; Саенко, Г. и др. 2018). Показано, что клубеньковые бактерии сои штаммы 634б, 64б, 61а, 631, 71m, 48, 532С, 191, РС07, РС08, РС09, РС10, РС11, М8, АС15 (аналитическая селекция) в чистой культуре проявляли разную степень устойчивости к 1 или 2 нормам фунгицидов Максим XL 035 FS, Стандак Топ, Февер, Аканто Плюс (Воробей, Н. та ін. 2020). Все штаммы были устойчивыми к рекомендованной производителями 1 норме фунгицидов Аканто Плюс, Стандак Топ, Максим XL. Штаммы 634б, 64б, 61а, М8, 71m, 631, РС07, РС08, РС09, РС10, РС11, 532С были максимально резистентными и к 1 норме фунгицида Февер. Следовательно, применяемый нами штамм 634б клубеньковых бактерий сои в условиях чистой культуры был устойчивым к 1 норме исследуемых нами фунгицидов Стандак Топ и Февер. Однако, симбиотическая система сои, образованная с этим микросимбионотом в вегетационных условиях с песчаной культурой (4-кг сосуды) характеризовалась сниженным в 1,2 и 2,2 раза уровнем способности к фиксации молекулярного азота в первую половину вегетации растений (Павлище, А. та ін. 2019). Анализ нодуляционной способности ризобий сои штамм 634б, проведен нами по комплексу показателей (количество и масса клубеньков на растении, масса 1 клубенька, шкала нодуляции) на фоне действия фунгицидов Стандак Топ и Февер в день посева в вегетационных условиях с почвенной культурой (10-кг сосуды Вагнера). Этот анализ свидетельствует о незначительном снижении чувствительности растений к инфицированию ризобиями в начале нодуляции (15-дневные растения) с последующим восстановлением уровня реализации клубенькообразующей способности бактериями на протяжении вегетации сои (Рис. 1, Табл. 2). Отмеченная нами активация процесса образования корневых клубеньков у обработанных фунгицидами растений в фазы двух и трех настоящих листьев (Рис. 1) может быть обусловлена полным отсутствием или меньшим количеством фитопатогенных агентов на семенах, которые могут оказывать антагонистическое действие по отношению к интродуцированным на семена ризобиям. Нами показано, что под влиянием антропогенного фактора (фунгициды в день посева), несмотря на стабильность реализации клубенькообразующей способности ризобий, функциональная активность таких клубеньков была достаточно низкой (Рис. 2), что определяет и более низкий уровень азотного питания данных растений. При выраженном токсическом действии фунгицидов на функционирование симбиотического аппарата сои способность ризосферных диазотрофов к фиксации молекулярного азота в начале вегетации растений существенно не изменялась.

Применяемые нами фунгициды оказали положительное влияние на накопление вегетативной массы и рост растений (Табл. 3), а также ускоряли всхожесть семян (Табл. 1). Объяснением данных фактов может быть как снижение количества патогенных агентов на семенах, так и рострегуля-

торный эффект некоторых компонентов данных фунгицидов [за <http://www.demetra-agra.com.ua> та <http://www.cropscience.bayer.ua>], а также возможные изменения в фотосинтетической активности растений (Petit, A. et al. 2012; Коць, С. та ін. 2018; Мостов'як, І. та ін. 2018; Павлище, А. та ін. 2019).

Установленные нами в фазу развития трех настоящих листьев у сои существенные изменения в соотношении суммарного содержания хлорофилла к каротиноидам в направлении увеличения последних могут свидетельствовать об определенных изменениях функционирования фотосинтетической пигментной системы. Известно, что каротиноиды включены в передачу энергии поглощенных квантов другим пигментам, а также эти желтые фотосинтетические пигменты защищают хлорофилл от фотодеструкции (Morgun, V. et al. 2019). При этом установлено и существенное угнетение синтеза хлорофилла b , тогда как содержание хлорофилла a оставалось на уровне контроля или несколько его превышало, что привело к нарушениям в соотношении хлорофилла a к b относительно контрольных растений (Табл. 4). Следовательно, можно предположить, что очевидный дисбаланс соотношения фотосинтетических пигментов может указывать на адаптационные процессы, происходящие в фотосинтетической пигментной системе сои в условиях действия антропогенного фактора. В фазу массового цветения у растений, вероятно, произошла стабилизация в синтезе зеленых фотосинтетических пигментов, поскольку не отмечено существенных нарушений соотношения хлорофилла a к b , что наблюдалось в предыдущую фазу вегетации сои. При этом соотношение содержания общего хлорофилла к каротиноидам также было на уровне контрольных растений (Табл. 4), что может свидетельствовать о стабилизации и сбалансированном функционировании зеленых и желтых фотосинтетических пигментов растений, а также об окончательной адаптации фотосинтетической системы сои в фазы вегетации максимально отдаленные от действия стрессового фактора.

Таким образом, у растений сои, семена которых обрабатывали фунгицидами в день посева с последующей их инокуляцией ризобиями, наблюдался дисбаланс в синтезе зеленых и желтых фотосинтетических пигментов, который в дальнейшем практически выравнивался до контроля. При этом Февер оказывал менее токсичное, а в фазу развития трех настоящих листьев даже активирующее действие на фотосинтетический аппарат сои по сравнению со Стандак Топом. Вероятно, за счет такого дисбаланса в синтезе хлорофиллов a и b , а также повышения уровня каротиноидов в первую половину вегетации сои происходила адаптация фотосинтетического аппарата растений в условиях действия фунгицидов.

Фунгициды Февер (подкласс триазолинтионов) и Стандак Топ (один из действующих компонентов которого тиафаннат-метил принадлежит к классу бензимидазолов) являются азольными фунгицидами. Механизм действия азолов связан с их способностью нарушать биосинтез стерина в организме грибов, в частности, синтез эргостерина через блокировку реакции отщепления метильной группы от ланостерина в 14-м положении (C^{14} -демителирование). Поскольку стерин отвечает за прочность клеточных мембран, азолы не угнетают прорастание спор, но ингибируют дальнейшее удлинение ростовых трубок, дифференциацию клеток и рост мицелия гриба (Попов, С. и др. 2003). Проникая в растение в значительном количестве, эти фунгициды могут нарушать синтез гиббереллинов в растениях как регуляторы роста. Установлено отрицательное влияние азолов (Xia, X. et al. 2006) и бензимидазолов (Garcia, P. et al. 2002) на интенсивность фотосинтеза и движение устьиц. Кроме того, азолы характеризуются ретардантной способностью (Прусакова, Л. и др. 2004), в частности, могут тормозить удлинение междоузлий у зерновых культур (Кур'ята, В. та ін. 2017). Под влиянием препарата тебуконазола на кукурузу увеличивалось содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений (Yang, L. et al. 2016). Применение паклобутразола под озимый рапс привело к уменьшению высоты растений, площади листьев, но при этом увеличивалось содержание хлорофилла и урожай семян за счет усиления разветвления стеблей и увеличения количества колосьев (Kumar, S. et al. 2012). Также известно, что триазолы положительно влияют на уровень гормонов цитокининовой природы в листьях, активируют биосинтез хлорофилла и ускоряют дифференциацию хлоропластов (Попов, С. и др. 2003). Отмеченное нами более активное формирование генеративных органов (цветков и бобов) растениями вариантов с применением фунгицидов может быть обусловлено способностью азолов проявлять рострегуляторное действие.

Таким образом, применение фунгицидов Стандак Топ и Февер для обработки семян сои в

день посева с последующей его инокуляцией ризобияльным штаммом обеспечило полноценное развитие растений на протяжении вегетации и формирование урожая с незначительным положительным эффектом при использовании Февера, что свидетельствует о целесообразности применения данных фунгицидов для предпосевного протравливания семян с целью его обеззараживания. Эффективность применения фунгицидов Стандак Топ и Февер (1,5 и 0,3 л / тонну семян соответственно) в день посева для протравливания семян сои сорта Алмаз с последующей инокуляцией активными и эффективными штаммами клубеньковых бактерий подтверждена также и в полевых условиях Черкасской области (г. Умань, Украина). Стабилизация процессов клубенькообразования на корнях растений и симбиотическая азотфиксация зафиксирована нами в фазу массового цветения сои. Урожай семян данной культуры в вариантах с фунгицидами был на уровне или несколько выше (на 3-6%) контроля (Павлище, А. та ін. 2018).

ВЫВОДЫ

Таким образом, физиологический ответ соево-ризобияльного симбиоза в условиях действия антропогенного фактора (обработка семян фунгицидами Стандак Топ и Февер в день посева) проявлялся в относительной стабильности реализации такой симбиотической характеристики микросимбионта как клубенькообразующая способность при существенном угнетении функциональной активности симбиотического аппарата в первую половину вегетации сои. Также этот ответ проявлялся в дисбалансе синтеза фотосинтетических зеленых и желтых пигментов и их соотношения, что может рассматриваться как составляющая адаптации симбиотической и фотосинтетической систем к действию фунгицидов и поддержания в таких условиях полноценного развития растений со стабильной реализацией их продуктивного потенциала. Установленные нами физиологические аспекты ответа соево-ризобияльного симбиоза на действие антропогенного фактора свидетельствуют о возможности применения фунгицидов Стандак Топ и Февер (1,5 и 0,3 л / т семян соответственно) для предпосевной обработки семян в день посева с последующей их бактериализацией ризобияльным штаммом.

Работа выполнена в рамках научной программы отделения общей биологии НАН Украины на 2017-2021 гг. «Фундаментальные основы прогнозирования и предупреждения негативного влияния изменения климатических условий на биотические системы Украины» по теме «Разработка биотехнологических способов регуляции адаптационной способности соево-ризобияльных симбиозов и их внедрение в производство» (№ государственной регистрации 0117U004111).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВОЗНЮК, С. В., ТИТОВА, Л. В., ЛЯСКА, С. І., ІУТИНСЬКА, Г. О. (2015). Вплив фунгіцидів та комплексного інокулянту Ековітал на ризосферний мікробіоценоз, стійкість до захворювань та продуктивність сої. В: Мікробіологічний журнал, 77(4), С. 8-14. <https://doi.org/10.15407/microbiolj77/04/008>.
2. ВОЗНЮК, С. В., ТИТОВА, Л. В., РАТУШИНЬСЬКА, О. В., ІУТИНСЬКА, Г. О. (2016). Формування та функціонування симбіотичних систем та мікробіоценозу ризосфери сої за використання різних фунгіцидів. В: Мікробіологічний журнал, 78(4), С. 59–70. <https://doi.org/10.15407/microbiolj78.04.059>.
3. ВОРОБЕЙ, Н. А., КУКОЛ, К. П., КОЦЬ, С. Я. (2020). Оцінка токсичності впливу фунгіцидів на бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum* у чистій культурі. В: Мікробіологічний журнал, 82(3), С. 40-49. <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.03.045>.
4. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. С. 164-168.
5. КИРИЧЕНКО, О. В. (2016). Комплексна оцінка нодуляційної здатності бульбочкових бактерій та особливості формування симбіотичних систем сої за інокуляції насіння мікробними композиціями. В: Мікробіол. журн. 78(4), С. 90-101. <https://doi.org/10.15407/microbiolj78.04.090>.
6. КОЦЬ, С. Я., КІРІЗІЙ, Д. А., ПАВЛИЩЕ, А. В. (2018). Взаємодія процесів асиміляції азоту і вуглецю у рослин сої, оброблених речовинами із фунгіцидною активністю та бульбочковими бактеріями, інкубованими з лектином. В: Доповіді НАН України, №7, С. 88-95. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.07.088>.
7. КУР'ЯТА, В. Г., РОГАЧ, В. В., БУЙНА, О. І., КУШНІР, О. В., БУЙНИЙ, О. В. (2017). Вплив гіберелової кислоти та тебуконазолу на формування листового апарату та функціонування донорно-акцепторної

- системи рослин овочевих пасльонових культур. В: Regulatory Mechanisms in Biosystems, №8(2), С. 162-168. <https://doi.org/10.15421/021726>.
8. МИКОЛАЄВСЬКИЙ, В. П., СЕРГІЄНКО, В. Г., ТИТОВА, Л. В. (2016). Розвиток хвороб та продуктивність сої різних сортів за обробки насіння мікробними препаратами. В: Агробіологія, № 2, С. 96-103. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2016_2_18.
 9. МОСТОВ'ЯК, І. І., КРАВЧЕНКО, О. В. (2018). Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за використання різних видів фунгіцидів та інокулянта у Правобережному Лісостепу України. В: Вісник Уманського нац. ун-ту садівництва, № 2, С. 21-24. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnuc_2018_2_6.
 10. МОСТОВ'ЯК, І. І., КРАВЧЕНКО, О. В. (2019). Симбіотичний апарат сої на фоні використання різних видів фунгіцидів та мікробного препарату. В: Таврійський науковий вісник, № 108, С. 72-77. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.10>.
 11. ОМЕЛЬЧУК, С. В., ЖЕМОЙДА, А. В., ПАВЛИЩЕ, А. В. (2017). Формування, функціонування та продуктивність соєво-ризобіального симбіозу за дії фунгіцидів ламардор і максим. В: Физиология растений и генетика, 49(1), С. 54-63. <https://doi.org/10.15407/frg2017.01.054>.
 12. ПАВЛИЩЕ, А. В., ЖЕМОЙДА, А. В., КІРІЗІЙ, Д. А., РИБАЧЕНКО, Л. І. (2019). Функціонування симбіотичного і фотосинтетичного апаратів сої за впливу протруйників фунгіцидної дії та екзогенного лектину. В: Физиология растений и генетика, 51(6), С. 517-528. <https://doi.org/10.15407/frg2019.06.517>.
 13. ПАВЛИЩЕ, А. В., ЯКИМЧУК, Р. А., ОМЕЛЬЧУК, С. В., ЖЕМОЙДА, А. В., КОЦЬ, С. Я. (2018). Симбіотичні властивості та насіннева продуктивність сої у польових умовах за різних способів обробки насіння фунгіцидами. В: Физиология растений и генетика, 50(4), С. 358-368 <https://doi.org/10.15407/frg2018.04.358>.
 14. ПОПОВ, С. Я., ДОРОЖКИНА, Л. А., КАЛИНИН, В. А. (2003). Основы химической защиты растений. М.: Арт-Лион.
 15. ПРУСАКОВА, Л. Д., ЧИЖОВА, С. И., ПАВЛОВА, В. В. (2004). Оценка ретардантной активности триазолов в α -амилазном биотесте на эндосперме ярового ячменя. В: Физиология растений, 51(4), С. 626-630.
 16. САЕНКО, Г. М., БУШНЕВА, Н. А. (2018). Совместимость фунгицидных протравителей сои с инокулянтами. В: Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур, №3(175), С. 124-127. <https://dx.doi.org/10.25230/2412-608X-2018-3-175-124-127>.
 17. СЕРГІЄНКО, В. Г., МИКОЛАЄВСЬКИЙ В. П. (2014). Моніторинг хвороб сої в Лісостепу України. В: Карантин і захист рослин, №10(11), С. 9-11. https://nbuv.gov.ua/UJRN/Kirz_2014_10-11_5.
 18. ШЕЛУДЬКО, О., КЛУБУК, В., СТАВРАТІЙ, В., РЕПЛІВСЬКИЙ, Е., МАРКОВСЬКА, О., САЛГАЛОВ, О. (2014). Застосування фунгіцидів на по сівах зрошуваної сої. В: Пропозиція, №1, С. 90-92.
 19. ЯКИМЕНКО, М. В., БЕГУН, С. А., СОРОКИНА, А. И. (2016). Совместимость коллекционных штаммов ризобий сои с фунгицидами и ростстимулирующими препаратами. В: Дальневосточный аграрный вестник, №2, С. 38-41.
 20. BIKROL, A., SAXENA, N., SINGH, K. (2005). Response of *Glycine max* in relation to nitrogen fixation as influenced by fungicide seed treatment. In: African J. Bacteriol, № 4(7), pp. 667-671. <https://doi.org/10.5897/AJB2005.000-3122>.
 21. GARCIA, P. C., RUIZ, J. M., RIVERO, R. M., LUIS, R., PEZ-LEFEBRE, L., SANCHEZ, E., ROMERO, L. (2002). Is the application of carbendazim harmful to healthy plants? Evidence of weak phytotoxicity in tobacco. In: J. Agric. Food Chem., № 50(2), pp. 279-283. <https://doi.org/10.1021/jf010748g>.
 22. HARDY, R., BURNS, R., HOLSTEN, R. (1973). Application of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. In: Soil. Biol. Biochem., № 5(1), pp. 41-83. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(73\)90093-X](https://doi.org/10.1016/0038-0717(73)90093-X).
 23. HISCOX, J., ISRAELSTAM, R. (1979). A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. In: Canadian Journal of Botany, № 57(12), pp. 1332-1334. <https://doi.org/10.1139/b79-163>.
 24. KINTSCHEV, M. R., GOULART, A. C. P., MERCANTE, F. M. (2014). Compatibility between rhizobium inoculation and fungicide application in seeds of common beans. In: Summa phytopathol, № 40(4), pp. 338-346. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/1906>.
 25. KUMAR, S., GHATTY, S., SATYANARAYANA, J., GUHA, A. (2012). Paclobutrazol treatment as a potential strategy for higher seed and oil yield in field-grown *Camelina sativa* L. In: Crantz. BSK Research Notes, №13(5), pp. 137-145. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-5-137>.
 26. MISHRA, G., KUMAR, N., GIRI, K., PANDEY, S., (2013). In vitro interaction between fungicides and beneficial plant growth promoting *Rhizobacteria*. In: Africal journal of Agricultural Research, vol. 8(45), pp. 5630-5633. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1526>.
 27. MORGUN, V. V., PRIADKINA, G. A., STASIK, O. O., ZBORIVSKA, O. V. (2019). Relationships between

- canopy assimilation surface capacity traits and grain productivity of winter wheat genotypes under drought stress. In: *Agricultural Science and Practice*, № 6(2), pp. 18-28 <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.018>.
28. PETIT, A.-N., FONTAINE, F., VATSA, P., CLEMENT, C., VAILLANT-GAVEAU, N. (2012). Fungicide impacts on photosynthesis in crop plants. In: *Photosynthesis Research*, № 111, pp. 315-326. <https://doi.org/10.1007/s11120-012-9719-8>.
29. WELLBURN, A (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. In: *Journal of Plant Physiology*, № 144(3), pp. 307-313. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2).
30. XIA, X., HUANG, Y., WANG, L., HUANG, L., YU, Y., ZHOU, Y., YU, J. (2006). Pesticides-induced depression of photosynthesis was alleviated by 24-epibrassinolide pretreatment in *Cucumis sativus* L. In: *Pesticide Biochemistry and Physiology*, № 86, pp. 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2006.01.005>.
31. YANG, L., YANG, D., YAN, X., CUI, L., WANG, Z., YUAN, H. (2016). The role of gibberellins in improving the resistance of tebuconazole-coated maize seeds to chilling stress by microencapsulation. In: *Scientific Reports*, № 6(35447), pp. 1-12. <https://doi.org/10.1038/srep35447>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

КИРИЧЕНКО Елена Васильевна  <https://orcid.org/0000-0002-2166-3530>

доктор биологических наук, старший научный сотрудник отдела симбиотической азотфиксации Института физиологии растений и генетики НАН Украины

E-mail: azoleki@ukr.net

ПАВЛИЩЕ Анастасия Васильевна  <https://orcid.org/0000-0001-7613-3131>

кандидат биологических наук, младший научный сотрудник отдела симбиотической азотфиксации Института физиологии растений и генетики НАН Украины

E-mail: zapadenka2015@gmail.com

ОМЕЛЬЧУК Светлана Васильевна

младший научный сотрудник отдела симбиотической азотфиксации Института физиологии растений и генетики НАН Украины

E-mail: svitlana.omelchuk12@gmail.com

ЖЕМОЙДА Алла Владимировна

инженер I категории отдела симбиотической азотфиксации Института физиологии растений и генетики НАН Украины

КОЦЬ Сергей Ярославович  <https://orcid.org/0000-0002-3477-793X>

доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН Украины
заведующий отделом симбиотической азотфиксации Института физиологии растений и генетики НАН Украины

E-mail: azot@ifrg.kiev.ua

Data prezentării articolului: 26.11.2020

Data acceptării articolului: 10.12.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321034
УДК 632.938:633.521

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОРТООБРАЗЦОВ ЛНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТРАКНОЗУ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Оксана ВАЩИШИН, Галина БИЛОВУС,
Катерина ЯЦУХ, Антон ШУВАР

Abstract. In the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine the most common and harmful disease of flax is anthracnose, the development of which reached 79 %. During 2018-2019, the development of anthracnose on flax varieties and hybrids was monitored in breeding nurseries of the Institute of Agriculture in the Carpathian Region (Ukraine). The meteorological conditions of the growing season favoured the attack of all varieties of flax by anthracnose in the budding phase. The spread of the disease intensified by the onset of early yellow ripeness. The results of two-year studies of flax damage by anthracnose are presented, the development of which in the budding phase were in 2018 – 5.0-15.0%, in 2019 – 3.0-18.0%; in the phase of the onset of early yellow ripeness, respectively 27.0-79.0 and 24.0-75.0%. According to the research results, the least diseased varietal samples were revealed and recommended as parental forms in the breeding process for resistance to anthracnose.

Key words: *Linum usitatissimum*; Varieties; Anthracnose; Disease resistance; Weather conditions.

Реферат. В условиях Западной Лесостепи Украины одной из самых распространенных и опасных болезней льна является антракноз, развитие которого достигло 79%. В течение 2018-2019 гг. проведен мониторинг развития антракноза на сортах и гибридах льна в селекционных питомниках Института сельского хозяйства Карпатского региона (Украина). Метеорологические условия вегетационного периода способствовали поражению всех сортобразцов льна антракнозом в фазе бутонизации. Распространение болезни усиливалось в фазе начала ранней желтой спелости. Приведены результаты двухлетних исследований поражения льна антракнозом, развитие которого в фазе бутонизации составляло в 2018 г. – 5,0-15,0%, в 2019 – 3,0-18,0%; в фазе начала ранней желтой спелости соответственно 27,0-79,0 и 24,0-75,0%. По результатам исследования выявлены наименее пораженные сортобразцы для использования в селекционном процессе на устойчивость к антракнозу в качестве родительских форм.

Ключевые слова: *Linum usitatissimum*; Сорта; Антракноз; Устойчивость к болезням; Погодные условия.

ВВЕДЕНИЕ

Отрасль льноводства является одной из самых перспективных для развития легкой промышленности и имеет для экономики Украины большое значение, поскольку удовлетворяет спрос на естественные, экологически чистые продукты, а также способствует увеличению занятости и повышению доходов населения (Бирюкова, Т. 2014; Бурик, О. 2013; Дрозд, О. 2010).

Основными тенденциями на отечественном рынке льна является незначительная его доля в общей структуре производства масличных культур, сокращение посевных площадей, низкий уровень производственных показателей. В течение последних лет в общей структуре посевов культур масличный лен занимает менее 1 %, лен-долгунец – 0,02% (Доминська, А. 2015; Сторчоус, И. 2018).

Семена масличного льна содержат 42–50 % жиров, в стеблях – 10–15 % волокна, которые используют для изготовления льняных тканей. Соломка, в которой содержится 50 % целлюлозы, является сырьем для производства бумаги, картона (Лазарь, П. 2013; Доминська, А. 2015; Сторчоус, И. 2018; Полищук, Л. 2015).

Лен-долгунец является основной прядильной культурой западных регионов Украины. Стебли льна содержат 25–31 % волокна с ценными технологическими свойствами - гибкостью, высокой прочностью, благодаря которым он превосходит хлопковое и шерстяное волокно. Лен имеет большую кормовую ценность - в 1 кг семян содержится 1,8 кормовых единиц. Семена льна имеют также лечебные свойства, они содержат, кроме жиров, белок, углеводы, органические кислоты, ферменты (Кривошеева, Л. 2013; Лимонт, А. 2016; Логинов, М. 2014; Макаренко, В. 2014).

Особым преимуществом льна как товара на аграрном рынке является его безотходность – использование семян и соломки, что является одним из основных факторов возрождения в Украине

отрасли льноводства. Это во многом зависит от использования новых сортов льна и экономически выгодных технологических приемов выращивания, способных обеспечивать высокие урожаи семян. При правильной технологии выращивания льна, можно достичь выхода волокна до 8–10 ц/га, семян – 10 ц/га (Головня, А. 2010; Кравчук, В. 2010; Марков, И. 2015; Примаков, А. 2013).

Сегодня большое внимание уделяется одному из важных направлений селекции льна, изучению, созданию и выращиванию устойчивых сортов, экологически безопасного и экономически целесообразного метода защиты культуры от вредных организмов.

Антракноз является одной из самых распространенных и опасных болезней льна. При поражении льна антракнозом недобор волокна может достигать 35 %. Семена, полученные от больных растений, имеют низкую всхожесть (Бирюкова, Т. 2014).

Сортов устойчивых к антракнозу, а также с комплексной устойчивостью к основным болезням льна недостаточно. Большой проблемой является сочетание хозяйственно ценных признаков с комплексной устойчивостью к болезням. И только появление селекционных устойчивых сортов может обеспечить высокую урожайность льна и устойчивость к болезням. Для создания сорта, кроме определения продуктивных характеристик, необходимо провести оценку селекционного материала на устойчивость к болезням с целью подбора родительских форм (Динник, В. и др. 2007; Костенко, Н. 2012).

Поэтому целью наших исследований было изучение и выявление сортов льна, которые будут использоваться в селекционном процессе в качестве исходного материала для создания устойчивых сортов к антракнозу.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2018–2019 гг. были проведены исследования по изучению интенсивности поражения сортов и гибридов льна антракнозом в условиях Западной Лесостепи Украины в селекционных питомниках льна, отдела растениеводства Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН.

Результативность селекции во многом зависит от наличия хорошо изученного исходного материала, научно обоснованного подхода к его использованию и регулярного мониторинга патогенного комплекса возбудителя.

В подавляющем большинстве оценку по устойчивости к болезням проводят на уровне популяции, поскольку для селекционной практики ценным является материал, устойчивый не к отдельным расам, а в целом ко всей популяции возбудителя болезни (Слисарчук, М. 2014; Струкова, С. 2008).

Учеты поражения селекционных образцов льна антракнозом проводили в селекционных питомниках в фазе всходов, бутонизации и начала ранней желтой спелости. Степень поражения льна антракнозом определяли в соответствии с методическими рекомендациями (Омелюта, В. 1984; Рогаш, А. и др. 1987; Доспехов, А. 1985).

Шкала для учета поражения растений льна-долгунца антракнозом.

а) фаза всходов:

0 – здоровые растения;

1 – слабая степень – очень малые пятна на одном или двух семядолях, оранжевые штрихи и малозаметные пятна на стеблях и корнях;

2 – средняя степень – большие пятна или отмирание одной семядоли. Хорошо выражены оранжевые пятна на корнях и стеблях;

3 – сильная степень – отмирание двух семядолей или поражение точки роста. Большая перетяжка на главном корне не выше разветвления основной массы корней;

4 – очень сильная степень – перетяжки различной величины на подсемядольном колене, на стебле или на главном корне выше основной массы корней. Гибель растений.

б) перед уборкой льна:

0 – здоровые растения;

1 – слабая степень – коричнево-бурые пятна на листьях или несколько трещин на стебле;

2 – средняя степень – нижняя часть стебля покрыта сплошными глубокими трещинами или мелкая мраморная пятнистость до половины стебля или сплошное побурение нижней части;

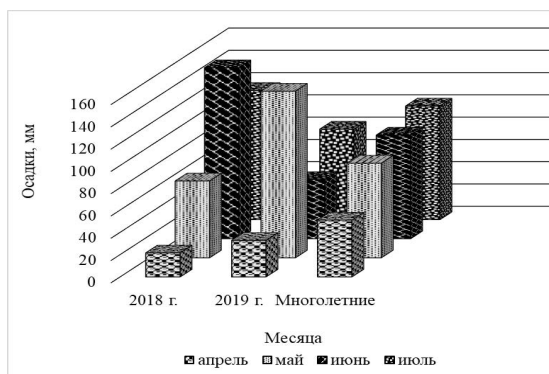
- 3 – сильная степень – мраморная пятнистость по всему стеблю, которая занимает не менее 2/3 части стебля или сплошное побурение не менее половины стебля;
4 – очень сильная степень – сплошное побурение стебля.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В условиях Западной Лесостепи Украины наиболее распространенной и вредной болезнью на посевах льна является антракноз, развитие которого в последние годы достигло 79 %. Интенсивность развития болезни зависит от устойчивости сортов и метеорологических условий вегетационного периода, которые вызывают или подавляют развитие заболевания (Ващишин, О. 2017).

Исследование динамики развития антракноза льна 2018–2019 гг. показало, что в фазе всходов в коллекционном питомнике развитие антракноза было незначительным, многие сорта оставались не пораженными болезнью. Массовое поражение сортов и гибридов произошло в фазе бутонизации и усиливалось к фазе начала ранней желтой спелости.

Анализ метеорологических условий показал, что за годы исследований средняя многолетняя температура воздуха превышала норму, а количество осадков было разным (Рис. 1).



В 2018 г. май был теплым, температура воздуха в трех декадах превышала норму соответст-

Рисунок 1. Количество осадков за апрель-июль относительно к многолетнему количеству (2018–2019 гг.)

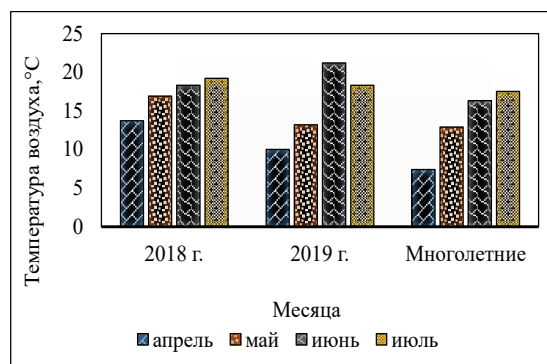


Рисунок 2. Температура воздуха за апрель-июль относительно к многолетнему количеству (2018–2019 гг.)

венно на 5,9; 0,7; 5,3 °C. Количество осадков в первой и третьей декаде было на 6,6 и 11,2 мм меньше нормы, во второй декаде – на 1,8 мм больше нормы (Рис.1, 2). Такие условия в месяце мае способствовали развитию антракноза льна, которое на некоторых сортах в фазе всходов составляло 1,0–4,0 % (Рис.3).

Особенными оказались метеорологические условия летнего периода. В июне температура воздуха в первой и второй декаде превышала норму соответственно на 4,0 и 3,1 °C, в третьей – ниже нормы на 1,1 °C. Количество осадков было меньше нормы в первой декаде на 19,1 мм и больше нормы во второй и третий – соответственно на 65,0 и 14,6 мм. Теплая и влажная погода июня способствовала поражению всех исследуемых сортов и гибридов льна антракнозом в фазе бутонизации.

Развитие заболевания в фазе бутонизации в селекционных питомниках составляло: в конкурсном – 4,0–7,0 %, контрольном – 5,0–8,0 %, коллекционном – 3,0–11,0 %, питомнике F₂ – 5,0–11,0 %, питомнике F₃ – 4,0–12,0 %, питомнике 3-го года селекции – 5,0–15,0 % (Табл. 1).

Сильное развитие болезни вызвали метеорологические условия июля: температура воздуха превышала норму в трех декадах соответственно на 1,1; 0,8; 3,3 °C. Количество осадков в июле отличалось по декадам: в первой – на 25,2 мм была меньше нормы; во второй и третьей – превышала норму соответственно на – 13,2 и 26,0 мм.

В фазе начала ранней желтой спелости, теплая и влажная погода июля способствовала сильному поражению антракнозом в коллекционном питомнике сортов Глиnum(St), Антей, Алексим, Байкал, Зарянка, Томский-17 и гибридов HW-522, g117665, MD-652 (Рис. 3).

Поражение сортов и гибридов льна в селекционных питомниках составляло: в конкурсном –

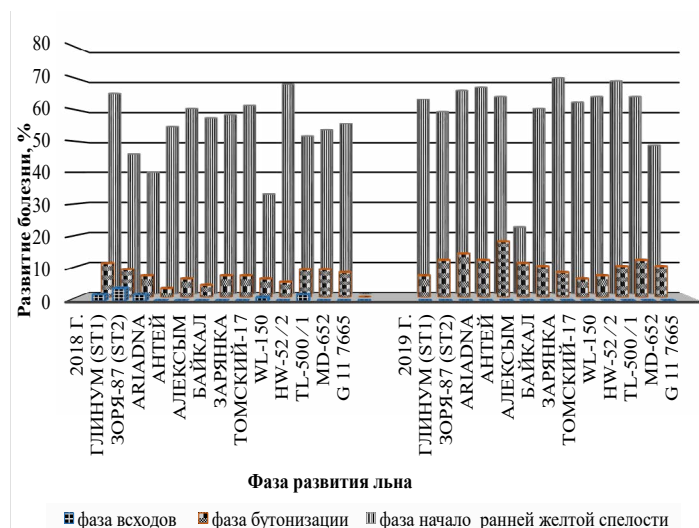


Рисунок 3. Динамика развития антракноза льна в коллекционном питомнике в 2018–2019 гг., % (ИСТ Карпатского региона)

(2,0–42,0 %), Rust Resistant summ №6 (3,0–45,0 %), Заря-87 (St₂) (4,0–46,0 %) и гибриды 7562 (2,0–35,0 %), WL-150 (1,0–33,0 %), которые были рекомендованы для дальнейшего изучения и работы в селекции.

Таблица 1. Развитие антракноза льна в селекционных питомниках, % (2018–2019 гг.)

Селекционные питомники	2018 г.		2019 г.	
	фаза бутонизации	фаза начала ранней желтой спелости	фаза бутонизации	фаза начала ранней желтой спелости
Коллекционный	3,0–11,0	32,0–70,0	3,0–18,0	16,0–72,0
Питомник F ₂	5,0–11,0	36,0–79,0	3,0–16,0	22,0–69,0
Питомник F ₃	4,0–12,0	34,0–68,0	5,0–15,0	36,0–72,0
Питомник 3-го года селекции	5,0–15,0	39,0–70,0	3,0–15,0	24,0–75,0
Контрольный	5,0–8,0	35,0–57,0	6,0–15,0	36,0–62,0
Конкурсный	4,0–7,0	27,0–54,0	2,0–9,0	40,0–60,0

Метеорологические условия вегетационного периода 2019 г. существенно отличались температурным режимом и количеством осадков, которые превышали норму в трех декадах мая соответственно на 12,7; 49,1; 22,8 мм. Температура воздуха в первой декаде месяца была ниже нормы на 2,1°C, во второй и третьей – выше нормы соответственно на 0,9 и 2,2 °C. Большое количество осадков, сильные ливневые дожди, прохладная погода в начале мая препятствовали развитию антракноза, в фазе всходов исследованные сорта не были поражены болезнью.

Погодные условия июня сильно отличались между собой количеством осадков: в первой декаде при норме 30 мм наблюдалось отсутствие осадков, во второй декаде – на 1,8 мм больше нормы, в третьей декаде – на 18,3 мм меньше нормы. Температура воздуха превышала норму в трех декадах июня соответственно на 4,6; 6,9; 3,4 °C.

Развитие антракноза в селекционных питомниках в фазе бутонизации составляло 2,0–18,0 %, а в частности в конкурсном – 2,0–9,0 %, контрольном – 6,0–15,0 %, коллекционном – 3,0–18,0 %, питомнике F₂ – 3,0–16,0 %, питомнике F₃ – 5,0–15,0 %, питомнике 3-го года селекции – 3,0–15,0 % (Табл. 1).

Благоприятными для развития антракноза оказались погодные условия июля. Температура воздуха в первой и третьей декаде была выше нормы соответственно на 0,9 и 3,1 °C, во второй – ниже нормы на 1,6 °C. Количество осадков было меньше нормы в первой и второй декаде на 9,9

27,0–54,0%, контрольном – 35,0–57,0%, коллекционном – 32,0–70,0 %, питомнике F₂ – 36,0–79,0 %, питомнике F₃ – 34,0–68,0 %, питомнике 3-го года селекции – 39,0–70,0 % (Табл. 1).

Важным фактором, от которого зависит степень поражения сортов и гибридов льна антракнозом, является устойчивость. С целью создания устойчивых сортов к антракнозу проводили оценку сортов на устойчивость к заболеванию в коллекционном питомнике. Среди изучаемых селекционных образцов в коллекционном питомнике устойчивых сортов к заболеванию не выявлено.

Наименее пораженными антракнозом оказались сорта Emilen (3,0–32,0 %), Староместный (2,0–38,0 %), Berber (3,0–40,0 %), g7 Astelle

и 24,0 мм и больше нормы в третьей – на 13,1 мм. Смена теплых дней на прохладные, недостача влаги или избыток способствовали поражению льна антракнозом.

В коллекционном питомнике в фазе начала ранней желтой спелости сильное развитие антракноза наблюдалось на сортах Глину (St), Зоря-87 (St), Ariadna, Антей, Алексим, Зарянка, Томский-17 и гибридах WL-150, HW-52/2, TL-500/1, g117665, MD-652.

Развитие болезни в селекционных питомниках было в пределах 16,0–72,0 %, а в частности: в конкурсном – 40,0–60,0 %, контрольном – 36,0–62,0 %, коллекционном – 16,0–72,0 %, питомнике F_2 – 22,0–69,0 %, питомнике F_3 – 36,0–72,0 %, питомнике 3-го года селекции – 24,0–75,0 % (Табл. 1).

За период вегетации льна в 2019 г. в коллекционном питомнике антракнозом были менее поражены следующие сорта: Байкал (11,0–22,0 %), Орион (10,0–19,0 %), Luna (7,0–27,0 %), Рушничок (8,0–23,0 %), Лидер (5,0–31,0 %), Дебют (6,0–36,0 %), Золотистый (4,0–35,0 %), Тост-2 (3,0–32,0 %), Alba (3,0–33,0 %), Atena (11,0–36,0 %), Тост-5 (7,0–33,0 %), Могилевский (мут.) (10,0–32,0 %). Так же наименьшее поражение болезнью наблюдалось у гибридов: Линия ЛЗУ-5 (5,0–16,0 %), Линия ЛЗУ-3 (5,0–18,0 %), Линия ЛЗУ-2 (3,0–25,0%), Линия ЛЗУ-4 (7,0–28,0 %).

ВЫВОДЫ

Иммунологический мониторинг развития основных болезней льна показал, что наиболее распространенной болезнью в Западной Лесостепи Украины в 2018-2019 гг. был антракноз, развитие которого зависело от устойчивости сортов и метеорологических условий вегетационного периода.

По результатам двухлетних исследований метеорологические условия вегетационного периода способствовали поражению всех сортов и гибридов льна в фазе бутонизации и сильное поражение в фазе начала ранней желтой спелости. В 2018 г. развитие антракноза составляло в фазе бутонизации 5,0–15,0 %, в фазе начала ранней желтой спелости 27,0–79,0 %; в 2019 г. – соответственно 3,0–18,0 и 24,0–75,0 %.

Для дальнейшего использования в селекционном процессе по созданию устойчивых сортов к антракнозу рекомендованы сорта Emilen, Староместный, Berber, g7 Astelle, Rust Resistant summ №6, Зоря-87 (St2), Байкал, Орион, Luna, Рушничок, Лидер, Тост-2, Дебют, Золотистый, Alba, Atena, Тост-5, Могилевский (мут.) и гибриды 7562, WL-150, Линия ЛЗУ-5, Линия ЛЗУ-3, Линия ЛЗУ-2, Линия ЛЗУ-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БИРЮКОВА, Т.С., ЧУЧВАГА, В.И. (2014). Исследование проявления развития фузариоза и антракноза перспективных сортов льна в условиях Северо-Восточного Полесья Украины. В: Сборник научных трудов Института лубяных культур НААН, Вып. 12, С. 82-87.
2. БУРИК, А.Ю. (2013). Поражение льна-долгунца болезнями зависимо от сроков уборки. В: Вестник аграрной науки, № 2, С. 78–80.
3. ВАЩИШИН, О.А., БИЛОВУС Г.Я., ПРИСТАЦКАЯ, А.Н. (2017). Влияние абиотических факторов на поражение льна-долгунца антракнозом на территории Западной Лесостепи в условиях изменения климата. В: Современные направления селекции, технологии выращивания и переработки масличных культур: тезисы межд. науч. интернет-конф. Запорожье, С. 104–105.
4. ГОЛОВНЯ, А.М. (2010). Организационно-экономический механизм возрождения льноводства на предприятиях АПК: Автореф. дис. на получение науч. степени канд. экон. наук: спец. 08.00.04. «Экономика и управление предприятиями (по видам деятельности)». Киев, 20 с.
5. ДИННИК, В. П., СЛИСАРЧУК, М. В., БОЙКО, Е. И. (2007). Селекционная ценность генетических ресурсов льна-долгунца. В: Семеноводство, № 12, С. 15–19.
6. ДОМИНСКАЯ, А.Я. (2015). Влияние факторов на развитие льноводства в Украине. В: Агромир, № 7, С. 13–19.
7. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. пятое, доп. и перераб. Москва, 351 с.
8. ДРОЗД, А.М. (2010). Производительность льна-долгунца. В: Вестник аграрной науки, № 2, С. 25–26.
9. КОСТЕНКО, Н.М. (2012). Обновление официальных образцов сортов льна-долгунца. В: Сортоизучение и охрана прав на сорта растений, № 2, С. 11–13.
10. КРАВЧУК, В. (2010). Перспективы выращивания льна-долгунца в Украине. В: Техника и технологии АПК, № 11, С. 21–22.

11. КРИВОШЕЕВА, Л. (2013). Лен-долгунец украинской селекции. В: Аграрный тыждень, № 21/22, С. 28.
12. ЛАЗАР, П.Н., РУДЫК, А.Л. (2013). Элементы адаптивной технологии выращивания льна масличного в зоне Южной Лесостепи Украины. В: Научно-технический бюллетень Института масличных культур НААН, №18, С. 99–105.
13. ЛИМОНТ, А. (2016). Лен-долгунец. Конкурентоспособность льноводства и его возрождение. В: Техника и технологии АПК, № 11, С. 14–19.
14. ЛОГИНОВ, М. И. (2014). Перспективы селекции сортов льна-долгунца с высокой прядильной способностью волокна и повышенной семенной продуктивностью. В: Вестн. Сум. нац. аграр. ун-та, № 3 (27), С. 201–204.
15. МАКАРЕНКО, В. (2014). Культуры фавориты. В: Агроперспектива, № 4, С. 20–21.
16. МАРКОВ, И. (2015). Секреты успешного выращивания льна-долгунца. В: Агробизнес сегодня, № 4, С. 299.
17. ОМЕЛЮТА, В. П. (1984). Учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Киев, 294 с.
18. ПОЛИЩУК, Л. М. (2015). Обоснование направлений повышения качества соломы льняной. В: Материалы межд. науч.-практ. конф. «Пути развития стандартизации, сертификации и оценки качества товаров и услуг». Херсон, С. 56–59.
19. ПРИМАКОВ, А.А., МАРИНЧЕНКО, И.А., КОЗОРИЗЕНКО, М.П. (2013). Пути развития льноводства в Украине. В: Экономика АПК, № 11, С. 32–37.
20. РОГАШ, А.Г. (1987). Методические указания по селекции льна-долгунца. Торжок, 31 с.
21. СЛИСАРЧУК, М.В. (2014). Совершенствование техники гибридизации льна масличного и льна-долгунца при создании нового исходного материала. В: Вестник аграрной науки, № 3, С. 45–49.
22. СТОРЧОУС, И. (2018). Технологические основы выращивания льна-долгунца в Украине. В: Агробизнес сегодня, № 11, С. 72–73.
23. СТРУКОВА С.И. (2008). Оценка фитосанитарного состояния посевов льна. В: Защита и карантин растений, № 54, С. 382–393.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ВАЩИШИН Оксана Антоновна  <https://orcid.org/0000-0002-9271-1859>
научный сотрудник, Лаборатория защиты растений, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины
E-mail: kitoksanaantonivna@gmail.com

БИЛОВУС Галина Ярославовна  <https://orcid.org/0000-0001-7527-5832>
кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией защиты растений, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины
E-mail: G.Jaroslavna@i.ua

ЯЦУХ Катерина Ивановна  <https://orcid.org/0000-0002-6239-8558>
ведущий научный сотрудник, Лаборатория защиты растений, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины
E-mail: k_yatsukh@meta.ua

ШУВАР Антон Михайлович  <https://orcid.org/0000-0002-6016-0896>
кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Заведующий отделом растениеводства Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины
E-mail: cropdepartment@gmail.com

Дата prezentării articolului: 09.07.2020

Дата acceptării articolului: 08.09.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321032

УДК: 633.88:582.772.3(477)

РЕАКЦИЯ КОНСКОГО КАШТАНА ОБЫКНОВЕННОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM* L.) НА ОМОЛАЖИВАЮЩУЮ ОБРЕЗКУ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Елена ПОНОМАРЁВА

Abstract. The reaction of horse chestnut to rejuvenation pruning has been studied by the following morpho-physiological parameters: water regime, pigments content, morphometric parameters of annual growth and organs of assimilation. In the course of the study, it was found that the leaves of rejuvenated plants are characterized by a lower water retention capacity and a significant water deficit compared to control plants. The intensity of transpiration of the experimental plants exceeds this indicator by 1.55-2.60 times compared to the control trees. The chlorophyll content in the leaves of rejuvenated plants is also higher by an average of 20% (especially chlorophyll b). An intensification of growth processes is observed after crown pruning, especially the length of annual shoot due to the length of internodes. The size and number of assimilation organs also increases in rejuvenated horse chestnut trees.

Key words: *Aesculus hippocastanum*; Rejuvenation pruning; Morphometric indicators; Pigments; Water exchange.

Реферат. Изучали реакцию каштана конского обыкновенного на омолаживающую обрезку по таким показателям: водный режим, содержание пигментов, а также морфометрические параметры годовичного прироста и органов ассимиляции. Исследование водного обмена показало, что для листьев омоложенных растений характерны более низкая водоудерживающая способность и существенный дефицит воды по сравнению с контрольными растениями. Интенсивность транспирации листьев растений, подвергшихся обрезке, превышает данный показатель у необрезанных растений в 1,55-2,60 раза. Содержание хлорофилла в листьях омоложенных растений также выше в среднем на 20% (особенно хлорофилл b). Наблюдается существенная интенсификация ростовых процессов после кронирования, особенно длина однолетнего побега, преимущественно за счет увеличения длины междоузлия. Также увеличивается размер и количество органов ассимиляции у деревьев каштана конского обыкновенного, подвергшихся омоложению.

Ключевые слова: *Aesculus hippocastanum*; Омолаживающая обрезка; Морфометрические показатели; Пигменты; Водный обмен.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодня одним из самых распространенных приемов по сохранению и омоложению городских насаждений, как в Украине, так и в странах СНГ, является радикальная обрезка кроны деревьев или топтинг. Такой вид обрезки, к сожалению, проводят без учета биологических особенностей древесных видов, часто не учитывают и возраст растений. В последние годы ученые все больше уделяют внимание изучению реакции различных пород на сильное кронирование.

Чаще всего под кардинальную обрезку в городах подпадает тополь – как наиболее распространенная и недолговечная порода (Семенютина, А. В. и др. 2014). По мнению А.Н. Тюкавиной, состояние тополей после кронирования обусловлено высотой обрезки и диаметром ствола, возрастом растений и способом кронирования. Деревья с диаметром ствола более 30 см, которые ранее ни разу не обрезали, после кронирования «на ствол» часто погибают (Тюкавина, А. Н. 2018). Некоторые авторы отмечают большее количество повреждений у тополей, подвергшихся омоложению, по сравнению с необрезанными экземплярами (Рунова, Е. М. и др. 2017), другие – что омоложенные растения рода *Populus* L. не отличаются уровнем жизненного состояния от необрезанных (Матковська, С. І. et al. 2018).

После топтинга площадь раневой поверхности больше, чем при других видах обрезки. Это приводит к длительному заживлению и распространению болезней у растений. Поврежденность дереворазрушающими грибами и болезнями листьев обнаружены у омоложенных экземпляров клена остролистного (Бессонова, В. П. et al. 2008) и лип сердцелистной и крупнолистной (Бессонова, В. П. et al. 2008; Олексійченко, Н. О. et al. 2015). В штате Теннесси (США) наблюдали значительное поражение после топтинга у деревьев магнолии (Klingeman, В. et al. 2008). Кронирование также вызывает существенное запаздывание в наступлении фенологических фаз у древесных растений (Курницька, Н. П. et al. 2012; Ганаба, Д. В. 2017).

Конский каштан обыкновенный интродуцирован в Украину в XVIII веке и сегодня это один из самых распространенных видов в озеленении украинских городов (Григорюк, І.П. et al. 2004). Уличные насаждения Киева еще несколько лет назад почти на четверть состояли из представителей этого декоративного вида (Лесник, О. М. et al. 2015). Немало исследований посвящено жизненности каштана конского обыкновенного в урбанизированной среде (Россихина-Галич, Г. С. et al. 2012; Пентелюк, О. С. et al. 2016). На сегодняшний день при реконструкции зеленых насаждений молодые конские каштаны почти не высаживают из-за сильного поражения каштановой минирующей молью. Но старые деревья часто подвергают омоложению, оставляя после обрезки только несколько метров ствола без скелетных ветвей. Считается, что *Aesculus hippocastanum* плохо переносит обрезку (Кучерявий, В. П. 2008), но конкретных данных о его реакции на топпинг очень мало.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Деревья *Aesculus hippocastanum* растут на территории больницы им. И.И. Мечникова (город Днепр) в одинаковых условиях, их возраст составляет около 40 лет. Опытные экземпляры подвергались омолаживающей обрезке (кронированию), контрольные растения не обрезали.

Проведено измерение таких морфометрических показателей: длина годичного прироста, количество листьев на годичном побеге, площадь листа и длина его черешка, длина и количество междоузлий. Площадь листьев определяли весовым методом (Бессонова, В.П. 2006). Линейный прирост годичных побегов определяли методом линейных промеров по А.А. Молчанову и др. (1967). Пробы отбирали с нескольких модельных ветвей одного порядка ветвления на высоте 1,5–2 м с юго-восточной стороны дерева.

Содержание пигментов определяли в вытяжке 96 %-ного этанола на спектрофотометре СФ-2000. Расчеты проводили по формулам Vintermans (Бессонова, В. П. 2006).

Показатели водного обмена определяли в середине июля 2019 г. при $t=22^{\circ}\text{C}$ и влажности воздуха 50 %. Интенсивность транспирации измеряли методом быстрого взвешивания (Иванов, Л. А. и др. 1950) в 9^{00} , 12^{00} и 15^{00} . Водоудерживающую способность определяли по А.А. Арланду (1960) методом «завядания» с экспозицией в 30, 60 и 120 минут.

Количество морфометрических измерений составляло 50–100 для каждого варианта, для физиологических опытов – 3–6. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007. Оценку степени достоверности проводили по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Вода выступает главным компонентом физиологических процессов, обеспечивает жизнедеятельность растений. Показатели водного обмена хорошо отражают изменения в растительном организме, вызванные вмешательством человека. Наши исследования позволяют выяснить, как меняется водный обмен растений каштана конского обыкновенного после омолаживающей обрезки в условиях мегаполиса.

Исследование физиологических показателей проводили у растений, подвергшихся омоложению в начале текущего года. В середине лета у деревьев каштана конского обыкновенного наблюдается наибольшая оводненность в листьях необрезанных растений (Табл. 1). Органы ассимиляции омоложенных деревьев ощущают более существенный дефицит воды, что может быть связано с мезоморфным строением листьев у деревьев, подвергшихся кронированию. Известно, что обрезанные деревья липы имеют большие листья с более крупными устьицами по сравнению с необрезанными растениями (Пономарьова, О. А. et al. 2012).

Исследования водоудерживающей способности листьев показали, что более существенные потери воды характерны для омоложенных растений. За первые полчаса листья опытных растений потеряли влаги в 2,3 раза больше, чем контрольных. Через час динамика потери влаги в обоих вариантах сохранилась, но увеличилась незначительно. Через 2 часа после начала опыта потери воды в листьях омоложенных растений выросли до 32 %, а у необрезанных выросли вдвое и составили 19 %. Итак, в начале опыта у контрольных деревьев водоудерживающая способность

листьев значительно превышает этот показатель у омоложенных, но после 2-х часовой экспозиции потери воды в листьях необрезанных растений также становятся существенными, хотя и меньшими, чем у обрезанных (Рис. 1). Надо заметить, что каштан конский отличается низкой водоудерживающей способностью по сравнению с другими породами (Пономарева, Е. et al. 2019), обрезка же приводит к еще большим потерям воды.

Таблица 1. Влияние омолаживающей обрезки деревьев каштана конского на содержание и дефицит воды в листьях (июль 2019)

Оводненность, % от сырой массы листьев		Сухое вещество, % от сырой массы листьев		Дефицит воды в листьях, % от сырой массы листьев	
Необрезанные растения	Омолуженные растения	Необрезанные растения	Омолуженные растения	Необрезанные растения	Омолуженные растения
69,0±0,57	60,0±0,40	31,0±0,34	40,0±0,33	12,1±0,74	16,0±1,15

Изучение динамики транспирации в течение дня (с 9 до 15 часов) показало, что в наиболее жаркий период (в 12 часов дня), интенсивность транспирации падает как у контрольных растений, так и у омоложенных. Самый высокий пик испарения воды листьями приходится на вторую половину дня – интенсивность транспирации в два раза выше, чем утром и в три раза больше по сравнению с полуднем. Также, этот показатель у обрезанных деревьев в течение всего наблюдения существенно превышает его у контрольных деревьев (Рис. 2). Похожие результаты были получены при изучении водного обмена у омоложенных деревьев рода *Tilia* L. (Пономарева, О. А. et al. 2011).

Очевидно, что после сильного кронирования существенно возрастает интенсивность транспирации, но ее динамика не отличается от необрезанных растений. Следовательно, такие показатели водного обмена, как интенсивность транспирации и водоудерживающая способность, объективны для изучения последствий глубокой омолаживающей обрезки каштана конского обыкновенного.

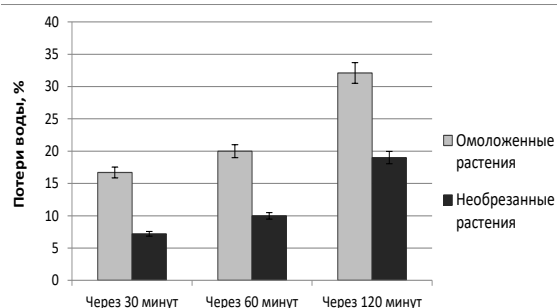


Рисунок 1. Водоудерживающая способность листьев *Aesculus hippocastanum* L., % потеря от общего содержания воды в листьях

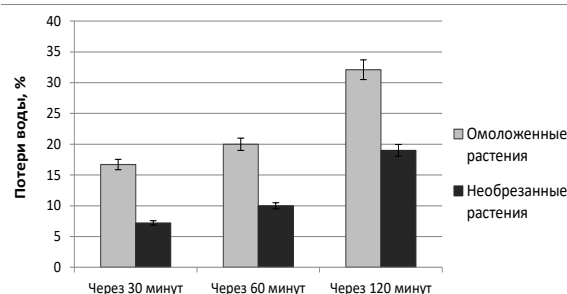


Рисунок 2. Интенсивность транспирации листьев *Aesculus hippocastanum* L., $г\text{р} \times г\text{р}^{-1} \times ч\text{ас}^{-1}$

Содержание пигментов в листьях растений указывает на активность физиологических процессов, в частности фотосинтеза. Исследование количества зеленых пигментов в листьях каштана конского обыкновенного показало, что у обрезанных деревьев сумма хлорофиллов больше, чем у контрольных растений. При этом, в обоих вариантах количество хлорофилла а превышает содержание хлорофилла в (у необрезанных деревьев на 51 %, у омоложенных – на 36 %) (Табл. 2). То есть после обрезки в листьях возрастает относительное содержание хлорофилла в.

Морфометрические показатели деревьев каштана конского обыкновенного, подвергшихся кронированию, больше, чем у контрольных особей (Табл. 3). Особенно это заметно на второй год после обрезки и обусловлено диспропорцией в развитии корневой системы и надземной части дерева. Наиболее существенная разница в контрольном и опытном вариантах наблюдается по длине побега – у необрезанных растений этот показатель меньше в 6,62 раза по сравнению с омоложенными деревьями на второй год после обрезки и в 2,48 раза – по сравнению с растениями на третий год после обрезки (Рис. 3). Такая существенная длина побега у омоложенных растений

достигается, в первую очередь, за счет увеличения длины междоузлий, в меньшей степени – благодаря увеличению количества междоузлий. Количество листьев увеличивается пропорционально количеству междоузлий – на второй год после кронирования листьев вдвое больше, чем на необрезанных растениях. Интересно, что у каштана конского обыкновенного площадь листьев у омоложенных растений на второй год после обрезки увеличивается незначительно (на 30%), а на третий год почти не отличается от контрольных деревьев. Наблюдается также увеличение длины черешка листьев – вдвое на второй год, и в полтора раза – на третий год после обрезки.

Таблица 2. Содержание пигментов в листьях *Aesculus hippocastanum* L., мг×г⁻¹ сухой массы листьев

Вариант	Необрезанные растения	Омолуженные растения	t
Хлорофилл а	1,13±0,022	1,31±0,025	5,41*
Хлорофилл в	0,75±0,013	0,96±0,021	8,50*
Соотношение, а/в	1,51	1,36	
Сумма хлорофиллов, а+в	1,88±0,032	2,27±0,025	9,60*

Примечания: * – разница между контрольным и опытным вариантами статистически достоверна для $p \leq 0,05$; $n=50$.

** – разница между контрольным и опытным вариантами статистически недостоверна для $p \leq 0,05$; $n=50$.

Таблица 3. Морфометрические показатели деревьев каштана конского после обрезки

Вариант	Длина побегов, см	Длина междоузлий, см	Количество междоузлий, см	Количество листьев на годичном побеге, шт	Площадь листа, см ²	Длина черешка листа, см
Омолуженные растения (2-ой год после обрезки)	58,3±9,8*	12,09±1,13*	4,53±0,43*	11,38±1,81*	574,7±40,9*	19,33±3,93*
Омолуженные растения (3-ой год после обрезки)	21,2±5,3*	6,57±0,96*	3,47±0,42**	8,43±1,02*	482,3±20,8**	15,69±1,98*
Необрезанные растения (контроль)	8,8±1,7	3,76±0,81	2,5±0,35	5,85±0,73	440,3±15,3	10,45±1,52

Примечания: * – разница между контрольным и опытным вариантами статистически достоверна для $p \leq 0,05$; $n=50$.

** – разница между контрольным и опытным вариантами статистически недостоверна для $p \leq 0,05$; $n=50$.

Анализ литературных данных по восстановлению различных древесных видов после крони-

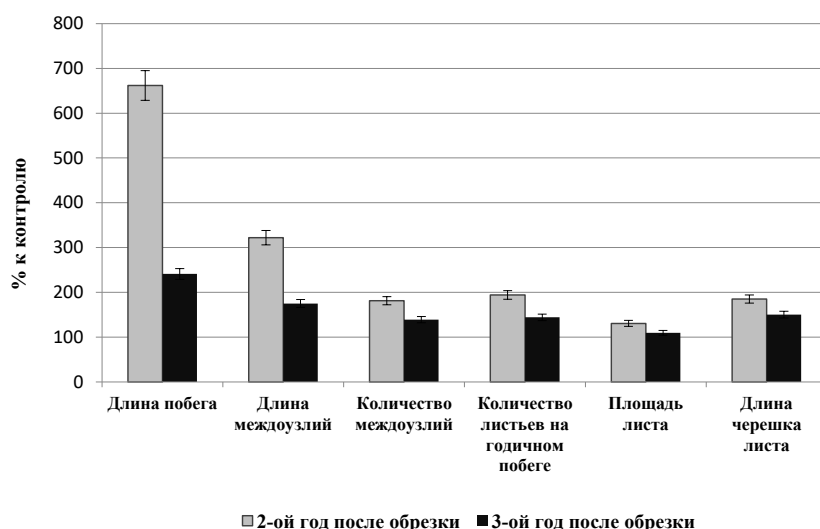


Рисунок 3. Соотношение некоторых морфометрических показателей у обрезанных растений каштана конского обыкновенного к не обрезанным, % к контролю

рования показал, что у всех исследованных пород наблюдается увеличение морфометрических показателей, особенно площади листьев. Так, у тополя бальзамического площадь листа увеличивается втрое (Казанцева, М. Н. et al. 2009), у тополя Болле – более, чем в четыре раза (Пономарёва, О. А. et al. 2020). У липы широколистной особенности восстановления кроны схожи с конским каштаном обыкновенным:

на второй год после обрезки площадь листа увеличивается вдвое, а длина побега – в 5,5 раза (Поньмарьова, О. А. и др. 2010). Зарубежные авторы также отмечают более существенный прирост и увеличение биомассы у омоложенных деревьев граната обыкновенного (Sharma, Dh. et al. 2018), сесбании крупноцветковой (Islam, M. et al. 2008) и манго индийского. Замечено, что у манго, чем больше высота обрезки ствола, тем меньше длина и толщина побегов (Lal, B. et al. 2016).

Несмотря на интенсификацию ростовых процессов и быстрое увеличение биомассы, деревья каштана конского обыкновенного формируют более или менее симметричную крону только на третий год после обрезки, но размеры ее значительно уступают контрольным растениям. Существенное уменьшение размеров кроны в первые годы после обрезки отмечали также у тополя бальзамического (Казанцева, М. Н. et al. 2009) и вяза мелколистного (Калякина, Р. Г. et al. 2018).

ВЫВОДЫ

Анализ показателей водного обмена свидетельствует о том, что после глубокой омолаживающей обрезки каштана конского обыкновенного увеличивается дефицит влаги в листьях, возрастает интенсивность транспирации, падает оводненность листьев и их водоудерживающая способность.

Содержание зеленых пигментов в листьях у кронированных растений возрастает, особенно хлорофилла в.

Интенсификация ростовых процессов больше заметна в начале восстановления кроны (2-й год после обрезки). Особенно существенно увеличивается длина побега, преимущественно за счет длины междоузлий. Площадь листьев увеличивается незначительно по сравнению с аналогичными исследованиями у других древесных видов.

Полученные результаты показывают, что восстановление кроны каштана конского обыкновенного в целом происходит так же, как и у других видов, которые преобладают в городском озеленении. Важным будет дальнейшее изучение жизненного и фитосанитарного состояния омоложенных деревьев *Aesculus hippocastanum*, чтобы определить целесообразность такого способа ухода за деревьями этого вида в городских насаждениях степной зоны Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АРЛАНД, А.А. (1960). Использование физиологических показателей в сельском хозяйстве. В: Физиология растений, Т. 7, вып. 2, с. 160–168.
2. БЕССОНОВА, В.П. (2006). Практикум з фізіології рослин : практикум для студ. вищ. навч. закл. 2-4 рівнів акредитації. Д.: РВВ ДДАУ. 316 с.
3. БЕССОНОВА, В.П., ГЛУБОКА, В.М. (2008). Вплив омолоджуючої обрізки на ураженість хворобами деревних рослин в умовах дії автомобільних викидів. В: Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, вип. 13, № 2, С. 105–112.
4. ГАНАБА, Д.В. (2017). Влияние радикальной обрезки на жизненное состояние уличных древесных растений: на примере города Хмельницкого. In: East European Scientific Journal, №2 (18), с. 5–9.
5. ГРИГОРЮК, І.П., МАШКОВСЬКА, С.П., ЯВОРОВСЬКИЙ, П.П., КОЛЕСНИЧЕНКО, О.В. (2004). Біологія каштанів. Київ : Логос. 380 с.
6. ИВАНОВ, Л.А., СИЛИНА, А.А., ЦЕЛЬНИКЕР, Ю.Л. (1952). О транспирации ползащитных пород в условиях Деркульской степи. В: Ботанический журнал, Т. 37, № 2, с. 113–127.
7. КАЗАНЦЕВА, М.Н., СОЛОВЬЕВА, А.А. (2009). Экологические последствия радикальной обрезки крон тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в городских насаждениях Тюмени. В: Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, С. 128–135.
8. КАЛЯКИНА, Р.Г., АНГАЛЬТ, Е.М. (2018). Влияние радикальной обрезки на состояние вяза мелколистного в г. Оренбурге. В: Известия Оренбургского государственного аграрного университета, № 4 (72), ч. 1, с. 141–143.
9. КУРНИЦЬКА, Н.П., ПАХОЛЮК, О.Т. (2012). Аналіз реакцій деревних рослин на сильне кронування. В: Науковий вісник НЛТУ України, Вип. 22.6, с. 30–33.
10. КУЧЕРЯВИЙ, В.П. (2008). Озеленення населених місць: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вид. 2-ге. Львів: Світ. 456 с.
11. ЛЕСНИК, О. М., ГІРС, О. А. (2015). Аналіз забезпечення населення міста Києва зеленими насадженнями. В: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво, вип. 216(1), с. 15–21.

12. МАТКОВСЬКА, С.І., СВІТЕЛЬСЬКИЙ, М.М., ЩУК, О.В., ПІНКИНА, Т.В., ФЕДЮЧКА, М.І. (2018). Екологічна роль глибокої омолажувальної обрізки представників роду *Populus* в зелених насадженнях міста Житомир. В: Науковий вісник НЛТУ України, Т. 28, № 8, с. 83–86.
13. МОЛЧАНОВ, А. А., СМІРНОВ, В.В. (1967). Методика изучения прироста древесных растений. Москва: Наука. 95 с.
14. ОЛЕКСІЙЧЕНКО, Н.О., МАТКОВСЬКА, С.І. (2015). Екологічна роль омолажувального обрізування дерев роду *Tilia* L. у вуличних насадженнях Житомира. В: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 25(9), с. 14–18.
15. ПЕНТЕЛЮК, О.С., НЕСТЕРОВА, Н.Г., ГРИГОРЮК, І.П. (2016). Методологічні принципи діагностики дефіциту елементів мінерального живлення і води в листках рослин гіркокаштану звичайного за спектральними коефіцієнтами відбиття. В: Науковий вісник НУБіП України. Серія: біологія, біотехнологія, екологія, Вип. 234, с. 198–205.
16. ПОНОМАРЬОВА, О.А., БЕССОНОВА, В.П. (2010). Аналіз відновлення крони у рослин *Tilia platyphyllos* і *Tilia cordata* після глибокого омолажувального обрізування. В: Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія, вип. 18, т. 2, с. 76–80.
17. ПОНОМАРЬОВА, О.А., БЕССОНОВА, В.П. (2012). Вплив омолажувальної обрізки дерев *T. Cordata* Mill. та *T. Platyphyllos* Scop. на анатомічну будову пагонів та листків. В: ModernPhytomorphology, vol. 2, с. 221–225.
18. ПОНОМАРЬОВА, О.А., БЕССОНОВА, В.П. (2011). Вплив омолажувального обрізування на водний режим видів роду *Tilia* L. В: Інтродукція рослин, № 4, с. 78–83.
19. ПОНОМАРЬОВА, Е.А., БЕССОНОВА, В.П. (2019). Особенности водного обмена деревьев защитной примыкающей лесополосы в условиях степной зоны Украины. In: Știința Agricolă, № 1, с. 100–110.
20. ПОНОМАРЬОВА, О.А., ПРОКОПЕНКО, Н.А. (2020). Вплив омолажувального обрізування на морфологічні показники деяких видів дерев у міських умовах. В: Рослини та урбанізація: Матеріали дев'ятої Міжнародної науково-практичної конференції „Рослини та урбанізація” (Дніпро, 5 березня 2020 р.). с. 43–45.
21. РОССИХИНА-ГАЛИЧА, Г.С., БОГУСЛАВСЬКА, Л.В., ЛАШКО, В.В. (2012). Вплив аерополлютантів на фотосинтетичну функцію рослин *Aesculus hippocastanum* різних районів міста Дніпропетровська. В: Біологічний вісник МДПУ, №3, с. 71–76.
22. РУНОВА, Е.М., АНОШКИНА, Л.В. (2017). Инструментальная оценка состояния городских посадок тополя бальзамического. В: Лесотехнический журнал, №3, с. 136–142.
23. СЕМЕНЮТИНА, А.В., КРУГЛЯК, В.В. (2014). К вопросу формирования адаптивных систем озеленения Центрального Черноземья. В: Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, №3 (35), С.1–5.
24. ТЮКАВИНА, О.Н. (2018). Устойчивость тополей к кронированию в условиях города Архангельска. В: Вестник КрасГАУ, №3, с. 229–233.
25. ISLAM, M.S. HOSSAIN, M.A. and MONDOL, M.A. (2008). Effect of pruning and pollarding on shoot development in bakphul (*Sesbania grandiflora* L.). In: Journal of the Bangladesh Agricultural University, vol. 6(2), pp. 285–289.
26. KLINGEMAN, B., CAMPBELL, A. and MAXEY, R. (2008). Best Management Practices for Pruning Landscape Trees, Shrubs, and Groundcovers. University of Tennessee Extension. 15 p. Available: <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/PB1619.pdf>
27. LAL, B., RAJPUT, M. S., RAJAN, S., RATHORE, D. S. (2016). Effect of pruning on rejuvenation of old mango trees. In: Indian Journal of Horticulture, vol. 57 (3), pp. 200–202.
28. SHARMA, Dh. P., SINGH, N. (2018). Effect of rejuvenation pruning on the growth, productivity and disease incidence in declining trees of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. Kandhari Kabuli. In: Journal of Applied and Natural Science, vol. 10(1), pp. 358–362.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ПОНОМАРЁВА Елена Анатольевна  <https://orcid.org/0000-0002-6519-709X>

Кандидат биологических наук, доцент, кафедра садово-паркового хозяйства, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Украина

E-mail: lponomareva@i.ua

Data prezentării articolului: 29.07.2020

Data acceptării articolului: 05.09.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321214

CZU: 631.331.024

INFLUENȚA UNGHIULUI DE ÎNCLINARE A TUBULUI DE CONDUCERE ȘI A VITEZEI AERULUI ASUPRA FLUXULUI DE SEMINȚE DOZATE DE APARATELE CU CILINDRU CANELAT

Andrei GHEORGHÎȚA

Abstract. The article presents study results of the influence of seed tube inclination angle and air velocity on the seeds flow dosed by devices with fluted roller. The results were obtained at the computer-assisted experimental installation. The research goal was to establish the optimal operating values of seed tube orientation angle and the air velocity at which a better uniformity distribution of seeds along the row is assured. The object of the research is seed tube, which was installed under the inclination angles $\varepsilon = 0; 15; 30^\circ$ to the vertical axis of seed discharge of the movable flap. The installation working regimes were: the fluted roller speed $n = 10; 20; 30; 40; 50; 60 \text{ min}^{-1}$; air flow velocity $V_a = 0, 2, 4, 4.5, 6, 8 \text{ m/s}$. Analysis of the obtained results shows that the seed tube inclination angle $\varepsilon = 30^\circ$ at the distribution system, decreases the time coefficient of variation between seeds to 53.48%. This value is 24.35% lower than the one that is characteristic for the standard distribution system 77.83%. The factor that most influence the time coefficient of variation between seeds (41.36%) at distribution system, is the air speed 8 m/s at the roller speed 10 min^{-1} .

Key words: Sowing machine; Dosing device; Seed flow, Fluted roller; Uniformity of distribution; Coefficient of variation; Seed tube.

Rezumat. În articol sunt prezentate rezultatele studiului influenței unghiului de înclinare a tubului de conducere și a vitezei aerului asupra fluxului de semințe dozate de aparate cu cilindru canelat, obținute la instalația experimentală asistată de calculator. Scopul cercetării a fost stabilirea valorilor optime ale unghiului de orientare a tubului de conducere și ale vitezei aerului la care se asigură o uniformitate de repartizare mai bună a semințelor de-a lungul rândului. Obiect al cercetării este tubul de conducere, care a fost instalat sub unghiul de înclinare $\varepsilon = 0; 15; 30^\circ$ față de axa verticală de scurgere a semințelor de pe clapeta mobilă. Regimurile de lucru ale instalației au fost: turațiile cilindrului canelat $n=10; 20; 30; 40; 50; 60 \text{ min}^{-1}$; viteza fluxului de aer $V_a=0; 2; 4; 4,5; 6; 8 \text{ m/s}$. Analiza rezultatelor obținute arată că unghiul de înclinare a tubului de conducere $\varepsilon = 30^\circ$ reduce coeficientul de variație a timpului dintre semințe la 53,48 %. Această valoare este cu 24,35% mai mică față de cea caracteristică pentru sistemul standard de distribuție (77,83%). Factorul care influențează cel mai mult coeficientul de variație a timpului dintre semințe (41,36%) la sistemul de distribuție este viteza aerului, cu valoarea optimă de 8 m/s la valoarea 10 min^{-1} a turațiilor.

Cuvinte-cheie: Mașină de semănat; Dispozitiv de dozare; Flux de semințe; Cilindru canelat; Uniformitatea distribuției; Coeficient de variație; Tub de conducere.

INTRODUCERE

Condițiile climaterice tot mai drastice la nivel mondial, îndeosebi fluctuațiile de temperatură de la o extremă la alta, impun noi cerințe industriei agricole, atât în privința tehnologiilor utilizate pentru înființarea culturilor, cât și în privința mașinilor utilizate. Recolta culturilor cerealiere depinde, în mare măsură, de calitatea lucrărilor de câmp, iar aceasta din urmă depinde de construcția componentelor mașinilor. Principalele tendințe la nivel mondial se referă la ajustarea treptată a utilajului agricol la necesitățile industriei agricole 4.0 (Industry 4.0, Agriculture 4.0, a patra Revoluție Industrială) (Baia, Ch. et al., 2020; Lezoche, M. et al. 2020; Klerkx, L. et al. 2020; Cay, A. et al. 2018; McBratney, A. et al. 2005). Realizarea acestui deziderat implică modernizarea utilajelor și dotarea lor cu sisteme electronice autonome de monitorizare și acționare asupra proceselor tehnologice (Abdolahzare, Z. et al. 2018), astfel creându-se posibilitatea majorării preciziei și vitezei de lucru a mașinilor de semănat fără modificarea construcției dispozitivelor mecanice.

În pofida numeroaselor studii realizate în acest domeniu (Manea, D. 2011; Singh, R. et al. 2005; Kamgar, S. et al. 2015; Fu, W. et al. 2018; Manea, D. et al. 2008), există în continuare multe probleme ce țin de asigurarea calității funcționale a sistemelor de distribuție. Astfel, conform cercetărilor realizate în cadrul Catedrei Mașini agricole din cadrul UASM (Gheorghîța, A. et al. 2015; Gheorghîța, A. et al. 2013; Gheorghîța, A. 2013), neuniformitatea repartizării semințelor de-a lungul rândului la sistemele de distribuție din componența unei semănători pentru culturi cerealiere poate ajunge până la 70-80%. Această stare de lucruri este cauzată, în principal, de procesul funcționării aparatelor de dozare și a sistemelor de transportare către organele de încorporare. Din momentul ieșirii din dispozitivul de dozare

și până la fixarea în sol, semințele sunt afectate de un șir de factori, cum ar fi neuniformitatea dozării aparatelor cu cilindri canelați, deplasarea haotică a semințelor prin sistemul de transportare, traiectoria zborului semințelor la ieșirea din tubul de conducere, impactul semințelor cu baza rigolei compactate, rostogolirea seminței după contactul cu baza rigolei compactate (Manea, D. 2011; Naghiu, L. 2008).

În construcția celor mai multe mașini pentru semănat culturi cerealiere, grație simplificății, se folosește metoda gravitațională de transportare a semințelor spre organele de încorporare în sol. Această metodă presupune ciocnirea semințelor cu peretele interior al tubului de conducere, astfel dereglându-se uniformitatea fluxului de semințe (Abdolahzare, Z. et al. 2018; Maleki, M. et al., 2006). În același timp, majorarea vitezei de lucru multiplică numărul ciocnirilor semințelor, ceea ce duce la instabilitatea fluxului la transportare (Gheorghița, A. et al. 2013; Manea, D. 2011; Fu, W. et al. 2018; Jafari, M. et al. 2010; Yazgi, A. et al. 2014; Maleki, M. et al. 2006). Din aceste motive, perfecționarea sistemului de distribuție este o problemă actuală și prezintă un interes sporit pentru cercetare.

Cercetările efectuate urmăresc eliminarea deplasării haotice a semințelor în tuburile de conducere prin modificarea parametrilor constructivi și menținerea uniformității fluxului de semințe asigurate de aparatele cu cilindru canelat. Una dintre căile excluderii influenței factorilor negativi este organizarea transportării forțate a semințelor dozate prin tuburile de conducere spre locul de amplasare în sol în flux de aer cu suprapresiune.

Scopul lucrării este aprecierea influenței unghiului de orientare a tubului de conducere și a vitezei aerului asupra fluxului de semințe dozate de aparatele cu cilindri canelați, precum și stabilirea valorilor optime ale unghiului de orientare a tubului de conducere și ale vitezei aerului la care se asigură uniformitatea distribuției de-a lungul rândului.

Modernizarea sistemului de distribuție va permite reducerea variației distanței dintre semințe pe suprafața repartizării de-a lungul rigolei și va asigura uniformitatea distanței dintre semințe la viteze de lucru majorate.

MATERIALE ȘI METODE

Experiențele s-au realizat la instalația de cercetare a sistemului de distribuție din cadrul Laboratorului de testare a mașinilor agricole al UASM. Monitorizarea experimentelor a fost asistată de calculator prin intermediul plăcilor electronice (microcontroler) de tip Arduino Uno și al software-ului LabVIEW. Cu ajutorul acestor aplicații, întregul proces de control și achiziție a datelor cercetărilor experimentale este automatizat, iar eroarea umană este exclusă. Pentru punerea în acțiune a motoarelor electrice și reglarea regimurilor de lucru ale acestora este utilizată placa de procesare de tip Arduino Micro (Fig. 1), conectată la un notebook de tip HP Probook 6310 prin mufa USB 2.0.

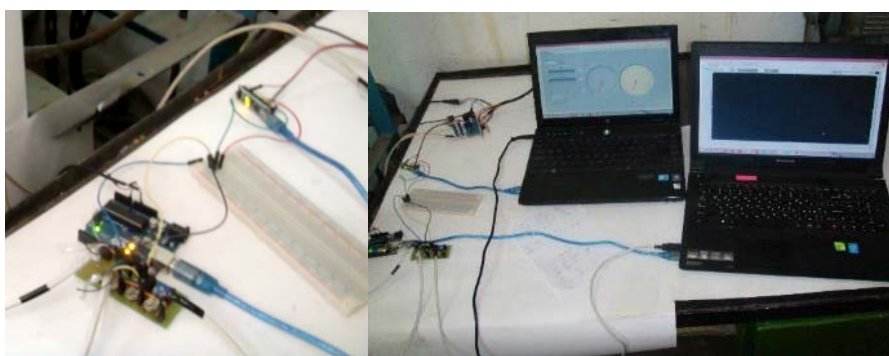


Figura 1. Sistemul automatizat de control și achiziție al instalației experimentale

Uniformitatea repartizării boabelor la ieșirea din tubul de conducere a fost estimată prin coeficientul de variație a timpului dintre loviturile aplicate de semințe senzorului piezoelectric. Coeficientul de variație s-a determinat în funcție de turația cilindrului canelat, viteza aerului și unghiul de înclinare a tubului de conducere cu folosirea planului de optimizare multifactorial ($2^6 + 1^3$) (Singh, R. et al. 2005). Coeficientul de variație a fost estimat prin prelucrarea datelor experimentale cu ajutorul pachetului statistic One-Way ANOVA.

În aparatul de dozare a fost folosit un cilindru canelat experimental cu unghiul de răscucire a canelurilor (α_{rc}) de 22° , lățimea canelurilor de 10,6 mm, lungimea activă a canelurii (L_c) de 33 mm și unghiul de lucru al clapetei mobile (δ_{cl}) de 8° (Fig. 2) (Gheorghița, A. et al. 2015; Gheorghița, A. et al. 2013;

Gheorghîța, A. 2013). Tuburile de conducere au fost instalate sub diferite unghiuri de înclinare – 0, 15, 30° (Fig. 3) față de axa verticală de scurgere a semințelor de pe clapeta mobilă.

Transportarea materialului semincer prin tubul de conducere s-a realizat atât sub acțiunea gravitației, cât și forțat, în flux de aer, la următoarele viteze ale aerului: 2; 4; 4,5; 6; 8 m/s. Direcția fluxului de aer față de axa verticală de scurgere a semințelor de pe clapeta mobilă coincide cu unghiul de înclinare a tubului de conducere.

Pentru experiențe au fost utilizate semințe de sorg cu diametrul de 2,5 mm, calibrate cu sita, și masa hectolitrică de 759,9 g/l.

Regimurile de funcționare a ventilatorului și a motorului electric ale cilindrului canelat au fost setate prin modificarea indicilor în software-ul LabVIEW. După



Figura 2. Vedere generală a clapetei mobile experimentale



Figura 3. Aspecte din timpul experiențelor cu tuburi de conducere cu diferite unghiuri de înclinare față de axa verticală de scurgere: 1) 0°; 2) 15°; 3) 30°

setarea regimurilor de lucru, corectitudinea parametrilor se verifică cu ajutorul fototahometrului digital și al anemometrului digital prin efectuarea a cel puțin 3 probe.

Înregistrarea datelor s-a făcut pe parcursul a 15 secunde, după care s-a efectuat o verificare adițională a corectitudinii parametrilor prestabiliți ai regimurilor de lucru. Veridicitatea rezultatelor obținute a fost asigurată prin repetarea experimentelor de cel puțin 3 ori.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În baza cercetărilor experimentale efectuate asupra tuburilor de conducere a semințelor, amplasate sub diferite unghiuri ε , în intervalul 0–30°, față de axa verticală de scurgere a semințelor de pe clapeta mobilă, înclinată contra direcției deplasării semănătorii, s-a obținut coeficientul de variație C_v a timpului dintre semințele distribuite în funcție de valorile factorilor prestabiliți (Fig. 4).

Din analiza diagramei influenței unghiului de înclinare a tubului de conducere asupra coeficientului de variație a timpului dintre semințe, în funcție de tipul aparatului utilizat (Fig. 4), se observă că funcția polinomială are un caracter lent descendent la valorile unghiului ε de înclinare a tubului de conducere cuprinse între 0-15° și capătă un caracter brusc descendent la valorile acestuia cuprinse între 15-30°. Cea mai mare valoare a coeficientului de variație a timpului dintre semințe (68,97%) se înregistrează la tubul de conducere înclinat sub unghiul $\varepsilon = 0^\circ$.

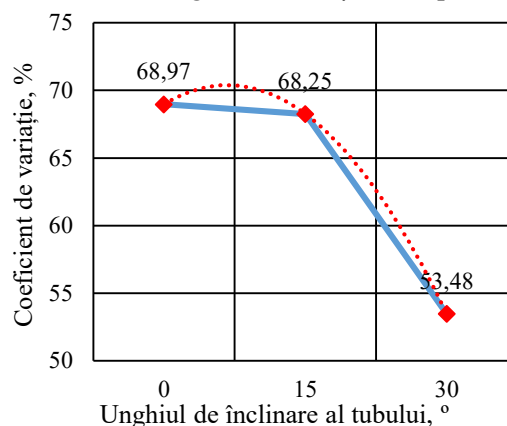


Figura 4. Influența unghiului de înclinare a tubului de conducere asupra coeficientului de variație

Se observă că, odată cu mărirea unghiului de înclinare a tubului ε de la 15 la 30°, coeficientul de variație a timpului se micșorează de la 68,25% la 53,48%, cu o diferență de 15 puncte procentuale. Cel mai mic coeficient de variație a timpului se înregistrează la tubul de conducere înclinat sub unghiul $\varepsilon = 30^\circ$. Valoarea coeficientului de variație la acest tip de distribuție este 53,48%. Pentru comparație, la sistemul standard de distribuție valoarea coeficientului de variație a timpului dintre semințe este de 77,83%.

În baza rezultatelor obținute în urma experiențelor descrise mai sus a fost alcătuit modelul matematic al frecvenței statistice a coeficientului de variație a timpului dintre semințele distribuite în funcție de valorile factorilor prestabiliți, care se descrie prin relația (1).

$$C_v = 65,4997 + 0,960181 \cdot n + 3,01423 \cdot V_a + 0,0702394 \cdot U_t - 0,00709319 \cdot n^2 - 0,00623474 \cdot n \cdot V_a + 0,000315242 \cdot n \cdot U_t - 0,663515 \cdot V_a^2 - 0,00639767 \cdot V_a \cdot U_t - 0,0164978 \cdot U_t^2 \quad (1)$$

în care: C_v – coeficientul de variație a timpului, %;

n – rotațiile cilindrului cu caneluri, min^{-1} ;

V_a – viteza aerului, m/s ;

U_t – unghiul de înclinare a tubului de conducere, grade.

Analiza variației variabilei C_v s-a efectuat conform teoriei erorii totale cu un grad de libertate. Gradul de libertate R^2 arată că modelul matematic obținut se conformează în proporție de 90,9807% cu variabilitatea parametrului m . Eroarea standard estimată este de 4,31272, iar eroarea medie absolută este egală cu 3,0083. Valoarea criteriului Durbin-Watson demonstrează că nu există nicio indicație de autocorelație a seriei la experiențele efectuate.

Din analiza diagramei standardizate a lui Pareto (Fig. 5) se observă că factorul principal care influențează cel mai mult coeficientul de variație a timpului scurs este rotația cilindrului canelat.

Conform diagramei (Fig. 5), atestăm că a crescut ponderea influenței factorului „rotațiile cilindrului canelat”, ceea ce nu s-a observat în cadrul cercetărilor asupra variației masei semințelor distribuite. În cazul dat, factorul „rotații” are cea mai mare influență asupra coeficientului de variație a timpului dintre semințe, care este urmat, cu aproximativ aceeași pondere a influenței, de factorul „viteza aerului din tubul de conducere”. Totodată, factorul „unghiul de înclinare a tubului de conducere” ocupă al treilea loc după influență, acționând cu o pătrime mai puțin asupra variabilei coeficientului de variație a timpului.

Analiza reprezentării grafice a efectelor dominante (Fig. 6) demonstrează că factorul „rotații” poartă caracter brusc ascendent în intervalul 10-60 min^{-1} și formează o linie aproximativ constantă, iar coeficientul de variație a timpului este cel mai mic, adică 72%, la valoarea 10 min^{-1} a rotațiilor. Factorul „viteza aerului” are un caracter ascendent la valorile 0-2 m/s , după care descrie o linie cu caracter descendent între valorile 2-8 m/s , având cea mai mică valoare a coeficientului de variație, de 67%. Factorul „unghiul de înclinare a tubului de conducere” este descris de o polilinie descendentă, care atinge nivelul minim, de 77,5%, al variabilei coeficientului de variație la valoarea de 30°.

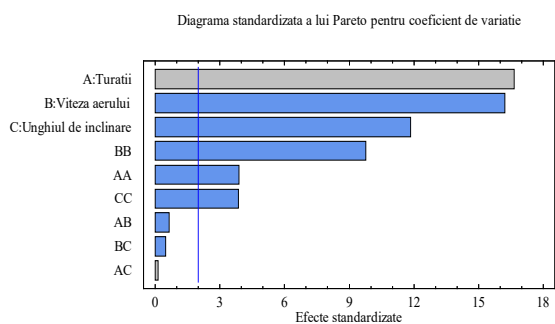


Figura 5. Diagrama standardizată a lui Pareto

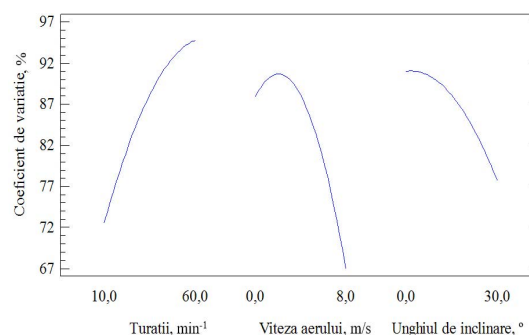


Figura 6. Reprezentarea grafică a efectelor dominante

Din analiza suprafețelor de răspuns (Fig. 7) se observă că factorul „viteza aerului” tinde să-i atribuie suprafeței de răspuns o formă încovoiată la unghiul de înclinare a tubului de 30°. Valoarea minimală a coeficientului de variație a

timpului se atinge la valoarea maximă a vitezei aerului, adică la 8 m/s.

Factorul „turații” formează o suprafață aproximativ plană ascendentă, iar cel mai mic nivel al coeficientului de variație a timpului se atestă la valoarea 10 min^{-1} a turațiilor.

Valoarea optimă a coeficientului de variație a timpului C_v , după minim, este egală cu 41,3606% pentru următoarele valori ale factorilor implicați: turația – $10,0 \text{ min}^{-1}$; viteza aerului – 8,0 m/s; unghiul de înclinare a tubului – $30,0^\circ$.

CONCLUZII

Unghiul de înclinare a tubului de conducere față de axa verticală de scurgere a semințelor de pe clapeta mobilă la sistemul de distribuție experimental are o influență semnificativă asupra uniformității de repartizare a semințelor la ieșirea din tubul de conducere. Cel mai mic coeficient de variație a timpului, de 53,48%, a fost obținut la unghiul de înclinare a tubului de conducere $\varepsilon = 30^\circ$.

Factorul care influențează cel mai mult coeficientul de variație a timpului dintre semințe (41,36%) la sistemul de distribuție experimental este viteza aerului, cu valoarea optimă de 8 m/s la turațiile cilindrului de 10 min^{-1} .

Transportarea forțată cu flux de aer a semințelor prin tubul de conducere către zona de încorporare în sol va asigura o repartizare uniformă la semănat, eliminând fenomenul ciocnirilor haotice, și va reduce semnificativ timpul de deplasare a semințelor prin tub. În consecință va fi posibilă majorarea vitezei de deplasare a agregatului cel puțin până la 12 km/h, cu respectarea strictă a cerințelor agrotehnice la semănatul culturilor cerealiere.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ABDOLAHZARE, Zahra, MEHDIZADEHB, Saman Abdanan (2018). Real time laboratory and field monitoring of the effect of the operational parameters on seed falling speed and trajectory of pneumatic planter. In: Computers and Electronics in Agriculture, vol. 145, pp. 187-198. ISSN 0168-1699.
2. CAY, Anil, KOCABIYIK, Habib, MAY, Sahin (2018). Development of an electro-mechanic control system for seed-metering unit of single seed corn planters Part II: Field performance. In: Computers and Electronics in Agriculture, vol. 145, pp. 11-17. ISSN 0168-1699.
3. FU, Weiqiang; GAO, Na'na; AN, Xiaofei; ZHANG, Junxiong (2018). Study on Precision Application Rate Technology for maize no-tillage planter in North China Plain. s.l.: Elsevier Ltd, vol. 51, pp. 412-417. ISSN 2405-8963.
4. GHEORGHITA, A., SERBIN, V. (2013). Influența unghiului de orientare a canelurilor asupra masei semințelor distribuite la aparatele de distribuție cu cilindru canelat. In: Știința agricolă, 2013, Nr. 1, pp. 108-112. ISSN 1857-0003.
5. GHEORGHITA, A. (2013). Rezultatele testării în câmp a aparatului de distribuție cu cilindri canelați modernizați. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova. vol. 38: Inginerie agrară și transport auto, pp. 83-87. ISBN 978-9975-64-251-4.
6. GHEORGHITA, Andrei, SERBIN, Vladimir, BUMACOV, Vasile, GOROBET, Vladimir, GADIBADI, Mihail (2015). Aparat de semănat cu cilindru canelat. 989 Moldova, 06 02, 2015. BOPI nr. 1/2016.

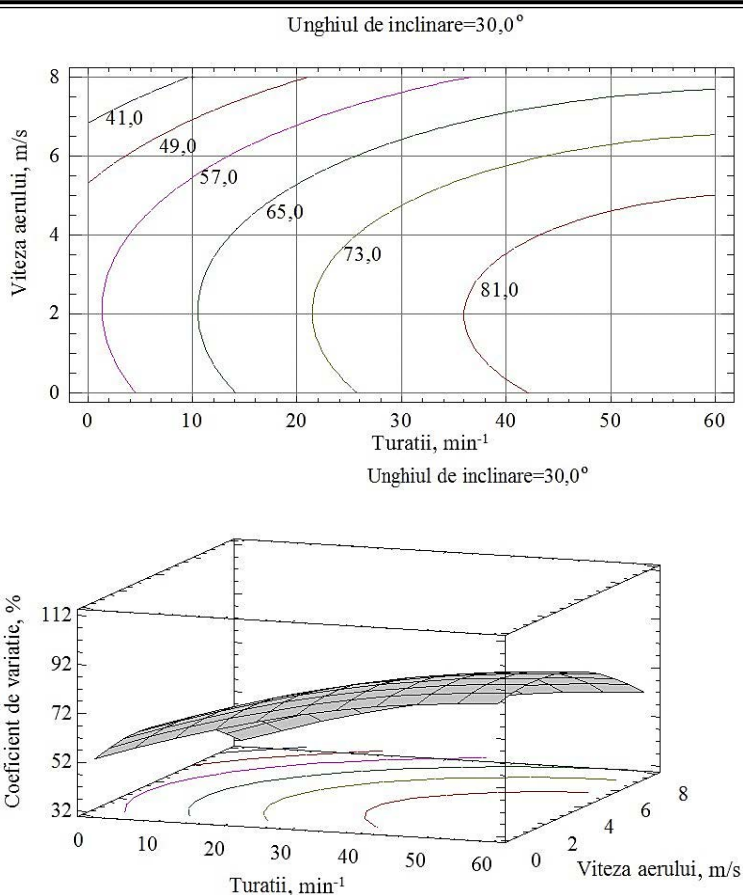


Figura 7. Estimarea evoluției coeficientului de variație în raport cu turațiile cilindrului canelat și viteza aerului din tub la valoarea unghiului de înclinare a tubului de conducere de 30°

7. JAFARI, M., HEMMAT, A., SADEGHI, M. (2010). Development and performance assessment of a DC electric variable-rate controller for use on grain drills. In: *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 73, pp. 56-65. ISSN 0168-1699.
8. KAMGAR, S., NOEI-KHOD, F., SHAFAEI, S. M. (2015). Design, development and field assessment of a controlled seed metering unit to be used in grain drills for direct seeding of wheat. In: *Information Processing in Agriculture*, vol. 2, pp. 169-176. ISSN 2214-3173.
9. MALEKI, M., JAFARI, J.; RAUFAT, M., MOUAZEN, A., BAERDEMAEKER, J. (2006). Evaluation of Seed Distribution Uniformity of a Multi-flight Auger as a Grain Drill Metering Device. In: *Biosystems Engineering*, vol. 94(4), pp. 535-543. ISSN 1537-5110.
10. MANEA, D. (2011). Studii și cercetări privind optimizarea procesului de distribuție al unei semănători de cereale păioase cu dozare centralizată. Brașov: UTB. p. 81.
11. MANEA, D., COJOCARU, I., MARIN, E. (2008). Determinarea în condiții de laborator a indicilor calitativi de lucru ai echipamentului tehnic mecano – pneumatic pentru semănat cereale păioase. București: INMATEH, vol. III, pp. 32-39. ISSN 2068-2239.
12. McBRATNEY, A., WHELAN, B., ANCEV, T., BOUMA, J. (2005). Future directions of precision agriculture. In: *Precision Agriculture*, vol. 6, pp. 7-23. ISSN 13852256.
13. NAGHIU, Livia (2008). Baza energetică pentru horticultură. Vol. I. Cluj-Napoca: Risoprint, p. 355. ISBN 978-973-751-811-8.
14. SINGH, R. C., SINGH, G. AND SARASWAT, D. C. (2005). Optimisation of Design and Operational Parameters of a Pneumatic Seed Metering Device for Planting Cottonseeds. In: *Biosystems Engineering*, vol. 92, pp. 429-438. ISSN 1537-5110.
15. YAZGI, Arzu, DEĞİRMENCİOĞLU, Adnan. (2014). Measurement of seed spacing uniformity performance of a precision metering unit as function of the number of holes on vacuum plate. In: *Measurement*, vol. 56, pp. 128-135.
16. KLERKX, Laurens, ROSE, David (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways?. In: *Global Food Security*, vol. 24, pp. 100-107. ISSN 2211-9124.
17. BAIA, Chunguang, DALLASEGAB, Patrick, ORZESB, Guido, SARKISCD, Joseph. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. In: *Computers in Industry*, vol. 229, pp. 59-67. ISSN 0166-3615.
18. LEZOCHÉ, Mario, HERNANDEZ, Jorge, ALEMANY DÍAZ, Maria del Mar Eva, PANETTO, Hervé, KACPRZYK Janusz (2020). Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture. In: *Global Food Security*, vol. 117, pp. 59-67. ISSN 0166-3615.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

GHEORGHITA Andrei  <https://orcid.org/0000-0003-2890-993X>
 asistent universitar, Facultatea de Inginerie Agrară și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
 E-mail: a.gheorghita@uasm.md

Data prezentării articolului: 04.11.2020

Data acceptării articolului: 05.12.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321228

CZU: 662.637

CARACTERIZAREA REZIDUURILOR PROVENITE DIN LANȚUL DE PRODUCERE A CĂȚINII ALBE

Grigore MARIAN, Alexandru BANARI, Andrei GUDÎMA,
Nicolae DARADUDA, Andrei PAVLENCO

Abstract. This paper deals with the possibility of using agricultural residues for the production of densified solid biofuels. The aim of the study is to evaluate energetic characteristics of plant residues that come from sea buckthorn production chain in the conditions of the Republic of Moldova. The biomass for investigations (branches obtained as a result of pruning sea buckthorn trees of the Cora variety) was collected from an experimental plantation established in 2014. The analyses carried out in the Laboratory of Solid Biofuels of the State Agrarian University of Moldova show that moisture content of the studied samples, estimated immediately after pruning, does not exceed 46%. Ash content varies within the limits of 0,49-1,94%, and the net calorific value is from 16,92 to 17,21 MJ/kg when the humidity equals to 10%. Based on the gained results, it has been proven that plant residues from sea buckthorn pruning can be used as a raw material for the production of densified solid biofuels with the qualitative characteristics that comply with European standards ENPlus 3.

Key words: Agricultural residues; *Hippophae rhamnoides*; Biomass; Moisture content; Ash content; Calorific value.

Rezumat. Această lucrare se referă la posibilitatea folosirii unor reziduuri agricole pentru producerea biocombustibililor solizi densificați. Scopul lucrării este evaluarea caracteristicilor energetice ale reziduurilor vegetale provenite din lanțul de producere a cătinii albe în condițiile Republicii Moldova. Biomasa pentru investigații (ramuri obținute în urma emondării pomilor de cătină albă din soiul Cora) a fost colectată de pe o plantație experimentală înființată în anul 2014. Analizele realizate în cadrul Laboratorului de biocombustibili solizi al Universității Agrare de Stat din Moldova arată că conținutul de umiditate al probelor investigate, estimat imediat după operațiile de emondare, nu depășește 46%. Conținutul de cenușă variază în limitele 0,49-1,94%, iar valoarea calorifică inferioară la umiditatea de 10% a marcat valori de la 16,92 până la 17,21 MJ/kg. În baza rezultatelor obținute s-a demonstrat că reziduurile vegetale provenite de la emondarea cătinii albe pot fi folosite în calitate de materie primă la producerea biocombustibililor solizi densificați cu caracteristici calitative conforme normelor europene ENplus 3.

Cuvinte-cheie: Reziduuri agricole; *Hippophae rhamnoides*; Biomasă; Conținut de umiditate; Conținut de cenușă; Valoare calorifică.

INTRODUCERE

Cătina albă (*Hippophae rhamnoides*) este o sursă importantă de compuși bioactivi precum antioxidanți, acizi grași, aminoacizi și minerale, concentrații mari de vitamina C, carotenoizi, tocoferoli și alți compuși bioactivi. Conține circa 190 de compuși esențiali în pulpă, semințe, fruct și suc. Datorită acestui lucru, cătina albă a devenit una dintre cele mai importante specii eco-economice de arbuști, cu un larg domeniu de utilizare. Fructele de cătină albă sunt folosite în industria alimentară (Vilas-Franquesa, A. et al. 2020), medicina tradițională (Tian, J. et al. 2015), farmaceutică și cosmetică (Bal, L. et al. 2011), în alimentația animalelor (Dannenberger, D. et al. 2018).

Cu toate că, în Republica Moldova, primele plantații comerciale de cătină albă au fost înființate la începutul deceniului curent (Cimpoieș, G., Popa, S. 2018), interesul agenților economici pentru această cultură este destul de mare. Pentru dezvoltarea continuă a cultivării și procesării cătinii albe, producătorii autohtoni au nevoie de recomandări tehnico-economice concrete, bazate pe rezultate științifice referitoare la toate verigile tehnologice de valorificare a acestui important product.

Primele cercetări referitoare la cultivarea cătinii albe, la noi în țară, au fost inițiate și se realizează în continuare în cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, sub conducerea academicianului Gheorghe Cimpoieș, și se referă, în special, la particularitățile de creștere a cătinii albe din soiurile Cora, Clara, Mara și Dora, în funcție de modul de conducere a plantelor (Cimpoieș, G. et al. 2018), și la analiza principalelor verigi tehnologice de producere a fructelor de cătină albă (Cimpoieș, G., Popa, S. 2018).

Analiza datelor din literatura de specialitate referitoare la valorificarea cătinii albe arată că, atât în publicațiile din țară, cât și în cele din străinătate, practic, lipsesc date cu privire la posibilitatea folosirii reziduurilor de cătină albă în scopuri energetice. Astfel, pentru crearea unei imagini de ansamblu a situației actuale referitoare la potențialul energetic al reziduurilor provenite din lanțul de produce-

re a cătinii albe în condițiile Republicii Moldova, este argumentată întreprinderea unui studiu ce ține de estimarea cantitativă și calitativă a reziduurilor de cătină albă pretabile pentru folosirea în scopuri energetice. Studiul de față își propune obținerea unor date referitoare la caracteristicile energetice ale reziduurilor vegetale provenite din lanțul de producere a cătinii albe cu perspectiva folosirii acestora la fabricarea biocombustibililor solizi densificați. În calitate de obiect al studiului a servit soiul de cătină albă Cora, cu o răspândire mai largă în Republica Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost realizate în cadrul Laboratorului de biocombustibili solizi al UASM și pe plantația experimentală, înființată în primăvara anului 2014, a întreprinderii SRL „Monsterax-GSG” din satul Pohrebea, raionul Dubăsari. Au fost studiate reziduurile provenite din lanțul tehnologic de producere a fructelor de cătină albă și anume de la emondarea soiului Cora, cu schema de plantare: distanța între rânduri – 3,5 m, distanța între plante pe rând – 1,5 m. Pe plantație au fost aplicate diferite scheme de conducere și tăiere a arbuștilor (Fig. 1).



Figura 1. Metode de emondare aplicate la soiul Cora: a) piramidă etajată rărită, b) pomi cu trei șarpante cu tăiere anuală a ramurilor cu fructe în timpul recoltării; c) pom condus după tufă cu tăiere o dată la doi ani, în plan orizontal, a tuturor ramurilor

Eșantionarea pomilor de la care s-a colectat biomasa pentru investigații a fost realizată prin metoda sferțurilor, descrisă de către noi anterior (Pavlenko, A. et al. 2018). Pomii de la care s-au prelevat probele au fost marcați cu vopsea și codificați. De exemplu, codul III-R5-9 se descifrează astfel: „metoda de tăiere III, rândul 5, pomul 9”. Marcarea s-a efectuat în scopul identificării pomilor în anul următor și al stabilirii recoltei de pe fiecare pom, precum și în scopul determinării coeficientului de conversie. Metoda marcării s-a aplicat și la codificarea probelor de biomasă pentru estimarea caracteristicilor energetice ale acestora.

Probele luate în studiu au fost separate în trei grupe, după vârsta ramurilor: de un an (probele C1.1–C1.5), de 2–3 ani (probele C2.1–C2.5) și mai bătrâne de 3 ani (probele C3.1–C3.5). Ulterior, biomasa a fost mărunțită grosier în câmp și cântărită cu balanța ACEN 50 kg nr. 7069, clasa de exactitate 10 g. În figura 2 se prezintă secvențe din timpul colectării și mărunțirii biomasei prelevate în plantația „Monsterax-GSG” și mostre de probe pentru cercetare.

O parte din biomasa colectată a fost uscată prin metoda conversiei în uscătoria laboratorului până la conținutul de umiditate $8 \pm 2\%$, iar altă parte a fost estimată imediat după finisarea operației tehnologice respective.

Conținutul de umiditate a fost estimat prin pierderea în greutate a biomasei ca urmare a încălzirii probei la $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ în cuptorul UNB 500-Memmert, în conformitate cu cerințele standardului SM EN ISO 18134-1:2017. Conținutul de umiditate s-a determinat în bază uscată (relația 1) și în bază umedă (relația 2):

$$U_d = \frac{m - m_0}{m_0} 100\%; \quad (1)$$

$$M_{ar} = \frac{m - m_0}{m} 100\%, \quad (2)$$

în care: m – masa probei de biomasă în stare umedă, g; m_0 – masa probei după uscare, g.

Mărunțirea finală a probelor s-a realizat la moara cu ciocane SM 100, folosindu-se o sită cu dimensiunea ochiurilor de 1 mm.



Figura 2. Secvențe referitoare la pregătirea probelor pentru încercări: a) emondarea pomilor; b) cântărirea probelor în câmp; c) probe mărunțite grosier în câmp; d) probe pregătite în laborator: de la stânga la dreapta – de un an, de 2–3 ani, mai bătrâne de 3 ani.

Valoarea calorică superioară a probelor luate în studiu a fost determinată cu bomba calorică LA-GET MS-10, în conformitate cu cerințele standardului SM EN ISO 18125:2017.

Valoarea calorică inferioară în bază uscată, pentru cazul presiunii constante în bomba calorimetrică, s-a determinat folosind relația:

$$q_{p,net,d} = q_{v,gr,d} - 212,2 \cdot w(H)_d - 0,8 \cdot [w(O)_d + w(N)_d], \quad (3)$$

în care: $q_{p,net,d}$ – valoarea calorică inferioară în bază uscată la presiune constantă, J/g; $q_{v,gr,d}$ – valoarea calorică superioară la volum constant, J/g; $w(H)_d$ – conținutul masic al hidrogenului, %; $w(O)_d$ – conținutul masic al oxigenului în bază uscată, %; $w(N)_d$ – conținutul masic al azotului în bază uscată, %.

Valoarea calorică inferioară la presiune constantă, pentru un anumit conținut de umiditate, s-a calculat cu următoarea relație:

$$q_{p,net,d} = q_{v,gr,d} \cdot (1 - 0,01M) - 24,43 \cdot M, \quad (4)$$

în care: M – conținutul de umiditate pentru care se determină valoarea calorică inferioară, %.

Conținutul de cenușă a fost determinat conform standardului SM EN ISO 18122:2017. Probele mărunțite în prealabil la moara cu ciocane SM 100 cu dimensiunile până la 1 mm au fost menținute timp de 6 ore la temperatura de 550°C în cuptorul cu mufă LH 05/13.

Principalele etape din timpul pregătirii probelor și testării biomasei investigate pot fi urmărite în figura 3.

Încălzirea etuvei s-a efectuat în conformitate cu cerințele SM EN ISO 18122:2017 (încălzire lentă până la (250±10) °C cu viteza de +5 °C/min pe parcursul a 50 de minute. În continuare, probele au fost menținute la această temperatură timp de 60 de minute, cu încălzirea ulterioară a cuptorului până la temperatura de (550±10) °C timp de 60 de minute, menținerea temperaturii la acest nivel pe parcursul a cel puțin 120 de minute și răcirea probelor până la temperatura camerei.



Figura 3. Secvențe din timpul testării biomasei de cătină albă: a) cântărirea probelor la balanța analitică AS 220/C/2, RADVAG, b) determinarea valorii calorifice superioare cu bomba calorimetrică LAGET MS-10A; c) uscarea probelor în etuva UNB 500-Memmert pentru determinarea conținutului de umiditate; d) determinarea conținutului de cenușă în mufla LH-05/13

Conținutul de cenușă s-a calculat cu formula:

$$A_d = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \cdot 100 \cdot \frac{100}{100 - W} \quad (5)$$

în care: m_1 – masa creuzetului gol, g; m_2 – masa creuzetului plus masa probei supuse testării, g; m_3 – masa creuzetului plus masa cenușii, g; W – umiditatea probei analizate, %.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În tabelul de mai jos sunt prezentate cele mai importante caracteristici ale reziduurilor vegetale obținute în urma emondării cătinii albe, necesare pentru argumentarea posibilității folosirii acestora în calitate de materie primă pentru producerea biocombustibililor solizi densificați.

Tabelul 1. Caracteristicile reziduurilor vegetale obținute la emondarea cătinii albe, soiul Cora (perioada emondării – aprilie 2020)

Cod probă	Wr, %	A _d , %	Ar=10, %	q _{v, gr, d} , J/g	q _{p, net, d} , J/g	q _{p, net, m=10%} , J/g
C1	44,16±0,82	1,942±0,25	2,158±0,28	20699,3±279	19393,5±279	17209,9±251
C2	44,39±0,64	0,846±0,19	0,94±0,21	20740,3±267	19442,56±263	17254±237
C3	42,18±1,27	0,495±0,03	0,55±0,03	20501,8±141	19073,6 ±316	16921±141

Legendă: C1, C2, C3 – soiul (Cora) și vârsta ramurilor (1, 2 sau 3 ani); W_r – conținutul de umiditate imediat după emondare; A_d – conținutul de cenușă în bază uscată; A_r – conținutul de cenușă la umiditate 10%; $q_{v, gr, d}$ – valoarea calorifică superioară măsurată la volum constant; $q_{p, net, d}$ – valoarea calorifică inferioară la presiune constantă; $q_{p, net, m=10\%}$ – valoarea calorifică inferioară la presiune constantă calculată pentru conținutul de umiditate de 10%

Se constată că, imediat după emondare, conținutul de umiditate al probelor estimate variază de la (42,10±1,27)%, în cazul ramurilor mai bătrâne de 3 ani, până la (44,16±0,82)%, în cazul ramurilor de 1 an. Astfel, pentru condiționarea biomasei de cătină albă până la conținutul de umiditate de (10±2)%, recomandat pentru procesarea brichetelor (Marian, G. 2016, p. 133), și 14–16%, recomandat pentru procesarea peleților (Marian, G. 2016, p. 101), este necesar ca biomasa de cătină albă să fie uscată în prealabil.

Conform datelor din literatura de specialitate (Pavlenko, A. et al. 2018; Marian, G. 2016, p. 101; Gudîma, A. 2017), umiditatea biomasei, la intrare în uscătorie, nu trebuie să depășească 46%. Iată de ce uscarea finală a reziduurilor de cătină albă va fi realizată atât prin metode artificiale (în uscătorii speciale), cât și în condiții naturale (direct în câmp).

De menționat că uscarea naturală are unele avantaje față de uscarea artificială. Astfel, cercetările anterioare, prezentate de către A. Gudîma (2018), au demonstrat că peleții fabricați din reziduuri agricole uscate în mod natural, în raport cu cei fabricați din materie primă analogică, dar uscată forțat, posedă o densitate a particulelor mai mare, explicată printr-o distribuție granulometrică mai uniformă a particulelor materiei prime după mărunțirea fină.

Autorul justifică acest fenomen prin conținutul mai mare de extractive în biomasa vegetală uscată artificial, eliminarea acestora fiind împiedicată de viteza mare de uscare. În cazul biomasei uscate în mod natural, eliminarea unui număr însemnat de extractive are loc cvasiuniform, pe parcursul unei durate mai lungi de uscare, dar și în rezultatul degradării unei părți semnificative de extractive.

Extractivele din biomasa vegetală sunt prezente în formă de rășini, grăsimi, tanin, amidon, zahăr, proteine și minerale, lucru care îngreunează procesul de mărunțire, astfel explicându-se neuniformitatea dimensională mai pronunțată a particulelor de biomasă uscată artificial. Aceste afirmații corespund datelor prezentate și de alți cercetători, de exemplu E. L. Back (1991), M. Stehr și I. Johansson (2000).

Datorită fenomenului descris, valoarea calorifică a biocombustibililor solizi densificați din reziduuri agricole uscate natural este puțin mai mare în raport cu cea a biocombustibililor solizi densificați din materie primă analogică, dar uscată artificial. Astfel, după cum a arătat A. Pavlenko, valoarea calorifică a brichetelor fabricate din reziduuri agricole arboricole uscate în mod natural crește cu 2–5% (Pavlenko, A. 2018).

Având în vedere cele constatate și faptul că, din punct de vedere economic, uscarea naturală a biomasei este mai ieftină, se recomandă producătorilor de biocombustibili solizi să aplice condiționarea prealabilă a biomasei din cătină albă în mod natural, direct în câmp, sau în uscătorii cu regim de uscare prin conversie (Marian, G. 2014, pp. 120-125).

Cercetările referitoare la conținutul de cenușă, realizate pe probele menționate anterior, au demonstrat că conținutul de cenușă în stare anhidră, obținut la arderea biomasei de cătină albă cu diferite vârste, prezintă valori destul de variate, fiind cuprinse în limitele 0,495–1,942%. Cel mai scăzut conținut de cenușă s-a semnalat la reziduurile de 1 an, ($0,495 \pm 0,03$)%, iar cel mai ridicat îl prezintă reziduurile mai bătrâne de 3 ani, ($1,942 \pm 0,25$)%. Astfel, la acest parametru, reziduurile vegetale de cătină albă se înscriu în limitele reglementate de normele ENPlus 3 (ISO 17225-2), categoria En-B, care stabilesc un conținut de cenușă de până la 2% pentru peleți și de până la 3% pentru brichete (Marian, G. 2016, pp. 121, 146).

Având în vedere că, în calitate de materie primă, la producerea biocombustibililor solizi densificați se folosește biomasă mixtă, formată din reziduuri de toate vârstele, iar ponderea cea mai mare este a biomasei cu vârsta de peste 2 ani, se poate presupune, cu o probabilitate destul de mare, că, după conținutul de cenușă, produsul finit se va încadra în limitele prescrise de către normele ENPlus 3 pentru categoriile A1 și A2. Cunoașterea valorii calorifice a materiei prime folosite la producerea biocombustibililor solizi densificați reprezintă una dintre etapele cele mai importante în argumentarea procesului tehnologic de procesare a brichetelor și peleților din biomasă vegetală. Analizele efectuate arată că valoarea calorifică a tuturor probelor examinate nu diferă semnificativ și corespunde cerințelor ENPlus 3.

Cele constatate ne permit să afirmăm că, după conținutul de cenușă și valoarea calorifică, reziduurile de cătină albă din soiul Cora, obținute în urma emondării, corespund celor mai exigente cerințe ale normelor ENPlus și pot garanta obținerea unui produs finit de categoria claselor A1 și A2.

CONCLUZII

Studiul efectuat cu privire la caracteristicile reziduurilor provenite din lanțul de producere a cătinii albe din soiul Cora ne permite să facem următoarele concluzii:

- reziduurile vegetale obținute în urma emondării cătinii albe posedă un conținut de umiditate cuprins în limitele ($42,18 \pm 1,27$)–($44,16 \pm 0,82$)%, ceea ce indică posibilitatea condiționării materiei prime pentru producerea biocombustibililor solizi densificați atât în mod natural, cât și artificial;
- conținutul de cenușă al probelor examinate prezintă valori destul de variate în funcție de vârsta biomasei. Astfel, cel mai mic conținut de cenușă a fost înregistrat la reziduurile de 1 an, ($0,495 \pm 0,03$)%, iar cel mai mare – la reziduurile mai bătrâne de 3 ani, ($1,942 \pm 0,25$)%;
- valoarea calorifică net la umiditatea de 10% a biomasei de cătină albă s-a situat între 16,92 și 17,21 MJ/kg.

Rezultatele obținute în cadrul acestui studiu demonstrează că reziduurile vegetale provenite de la emondarea cătinii albe (soiul Cora) posedă un potențial energetic înalt și pot fi folosite în calitate de materie primă la producerea biocombustibililor solizi densificați cu caracteristici calitative conforme normelor europene ENPlus 3.

MULȚUMIRI

Acest studiu a fost posibil grație finanțării oferite de proiectul 20.80009.5107.13 nr. 50-PS din cadrul Programului de Stat și cooperării fructuoase cu colectivul catedrei de Pomicultură a Universității Agrare de Stat din Moldova, care au contribuit la selectarea materiei prime pentru experimente și la eșantionarea probelor de încercat. Aducem sincere mulțumiri administrației SRL „Monsterax-GSG” din satul Pohrebea, raionul Dubăsari pentru posibilitatea realizării experimentelor în câmp și colectării materiei prime studiate. Mulțumim, în mod special, colegilor de la Laboratorul de Biocombustibili Solizi din cadrul Facultății de Inginerie Agrară și Transport Auto a Universității Agrare de Stat din Moldova pentru ajutorul profesional și colaborarea științifică.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BACK, E. L. (1991). Oxidative activation of wood surfaces for glue bonding. In: Forest Products Journal, vol. 2(41), pp. 30-46.
2. BAL, L., MEDA, V., SATYA, S. 2011. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals. In: Food Research International, vol. 44, pp. 1718-1727. ISSN: 0963-9969.
3. CIMPOIEȘ, G., POPA, S. (2018). Cătina albă. Chișinău: UASM. 148 p. ISBN 978-9975-56-601-8.
4. CIMPOIEȘ, G. et al. (2018). Particularitățile de creștere a cătinii albe (*hippophae rhamnoides* L.) în funcție de soi și modul de conducere a pomilor. In: Știința Agricolă, nr.1, pp. 33-37. ISSN 2587-3202 (electronic); ISSN 1857-0003 (print).
5. DANNENBERGER, D. et al. (2018). Sea Buckthorn Pomace Supplementation in the Diet of Growing Pigs—Effects on Fatty Acid Metabolism, HPA Activity and Immune Status. In: Journal of Molecular Sciences. [Online] [Accessed 25 08 2020].
6. GUDÎMA, A. (2017). Evaluarea utilizării reziduurilor agricole pentru scopuri energetice. Studiu de caz pentru raionul Soroca, Republica Moldova. In: Meridian ingineresc, vol. 1, pp. 26-29. ISSN 2587-3474 / E-ISSN 2587-3482.
7. GUDÎMA, A. (2018). Tehnologia de obținere a peleiților ENPlus din reziduuri agricole în condițiile Republicii Moldova. Teză de dr. în tehnică. Chișinău: Centrul Editorial UASM.
8. MARIAN, G. (2014). Managementul biomasei agrosilvice pentru scopuri energetice. Chișinău: UASM. 264 p. ISBN 978-9975-4021-4-9.
9. MARIAN, G. (2016). Biocombustibili solizi, producere și proprietăți. Chișinău: Bons Offices. 172 p. ISBN 978-9975-87-166-2.
10. PAVLENCO, A., MARIAN, G., GUDÎMA, A. (2018). Potențialul energetic al reziduurilor agricole: Studiu de caz pentru Regiunea de Dezvoltare Nord, Republica Moldova. In: Știința Agricolă, nr. 2, pp. 141-148. ISSN 2587-3202 (electronic); ISSN 1857-0003 (print).
11. PAVLENCO, A. (2018). Îmbunătățirea calității biocombustibililor solizi densificați în acord cu politicile de dezvoltare a surselor regenerabile de energie: teză de doctorat.
12. STEHR, M., JOHANSSON, I. (2000). Weak boundary layers on wood surfaces. In: Journal of Adhesion Science and Technology, vol. 14 (10), pp. 1211-1224. ISSN 0169-4243.
13. TIAN, J. et al. (2015). Investigation on the antidepressant effect of sea buckthorn seed oil through the GC-MS-based metabolomics approach coupled with multivariate analysis. In: Journal of Food & Function, pp. 3585 - 3592. Print ISSN: 1464-4622. Series ISSN: 1464-4622.
14. VILAS-FRANQUESA, A., SALDO, J., JUAN, B. (2020). Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. In: Journal of Food Production and Nutrition. [Online] [Accessed 25 08 2020].

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

MARIAN Grigore*  <https://orcid.org/0000-0002-9975-2522>

doctor habilitat în științe tehnice, profesor universitar, Facultatea Inginerie și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: marian@uasm.md

BANARI Alexandru

asistent universitar, Facultatea Inginerie și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail:

GUDÎMA Andrei

doctor în tehnică, lector universitar, Facultatea Inginerie și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: andreigudima@rambler.ru

DARADUDA Nicolae

lector universitar, Facultatea Inginerie și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: n.daraduda@uasm.md

PAVLENCO Andrei

Facultatea Inginerie și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: andreigudima@rambler.ru

Data prezentării articolului: 18.11.2020

Data acceptării articolului: 05.12.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321400

УДК: 63:551.55(478)

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ НЕРАЗЛИЧИМОСТИ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН ПРИДНЕСТРОВЬЯ

*Алла КИРСАНОВА, Онорин ВОЛКОНОВИЧ, Корина ГУЦУ-КЕТРУШКА
Елена СКРИПНИК, Ина ВОЛКОНОВИЧ*

Abstract. This article uses mathematical statistics and mathematical modeling methods to present the results of a study to test the hypothesis of statistical indistinguishability of average daily wind speeds in various agroclimatic zones of Transnistria. Based on the available statistical data of average daily wind speeds for the five-year period 01.01.2014-31.12.2018, the article presents the results of applying statistical and mathematical modeling methods to solve the problem. It is proved that the hypothesis of statistical indistinguishability of average daily values of wind speeds in various agroclimatic zones of Transnistria is not confirmed.

Key words: Agroclimatic zones; Wind speed; Distribution laws; Statistical indistinguishability.

Реферат. В данной статье на основе методов математической статистики и математического моделирования приводятся результаты исследования по проверке гипотезы статистической неразличимости среднесуточных значений скоростей ветра в различных агроклиматических зонах Приднестровья. В статье на основе имеющихся статистических данных среднесуточных скоростей ветра за пятилетний период 01.01.2014-31.12.2018 гг. подробно изложены результаты применения методов статистического, математического моделирования для решения поставленной задачи. Доказано, что гипотеза о статистической неразличимости среднесуточных значений скоростей ветра в различных агроклиматических зонах Приднестровья не подтверждается.

Ключевые слова: Агроклиматические зоны; Скорость ветра; Законы распределения; Статистическая неразличимость.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема повышения эффективности энергосберегающих систем является особенно актуальной. Поэтому прогрессивные технологии хранения фруктов и овощей должны быть энергетически экономичными, что естественно предполагает использование установок природного (естественного) холода. Для Приднестровья эта проблема также должна быть решена наиболее рациональным способом.

Расчет продолжительности использования установок естественного холода (аккумуляторов с водой) для хранения фруктов и овощей на территории Приднестровья, а также расчет продолжительности намораживания льда в льдохранилище, связаны с исследованием данных систематических метеонаблюдений для периодов, когда наружные среднесуточные температуры находятся в интервале температур, установленных для хранения фруктов и овощей. То есть естественной является задача исследования таких метеоусловий Приднестровья как температура, скорость ветра и т.д. Исследования среднесуточных температур при обосновании деления территории Приднестровья на агроклиматические зоны проведены нами ранее.

В настоящем исследовании проводится проверка статистической гипотезы о неразличимости среднесуточных скоростей ветра в различных районах Приднестровья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Задачи исследования решаются с помощью методов исследования энергосберегающих систем хранения фруктов и овощей с применением естественного и искусственного холода (Волконович, Л. 2017; Волконович, Л. 2019). А также обработки исходных данных на основе существующих методик и методов математической статистики и математического моделирования (Долгов, Ю. 2011; Долгов, Ю. 2015) и результатов исследования по выделению агроклиматических зон Приднестровья (Кирсанова, А., Волконович, О. 2019).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Исследование проводится на основе данных систематических метеонаблюдений. Исходные данные настоящего исследования касаются среднесуточных значений скоростей ветра, полученных на метеостанциях, установленных в городах Каменка, Рыбница, Тирасполь и Дубоссары за пятилетний период 01.01.2014–31.12.2018 гг. В Григориопольском и Слободзейском районах имеются только пункты, на которых измеряется ограниченный набор метеоданных. Значения среднесуточных скоростей ветра получены в Гидрометцентре Приднестровья.

Исследована статистическая неразличимость средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра для каждого из 12 месяцев в отдельности и для каждого года в целом по пятилетнему периоду 01.01.2014 – 31.12.2018 гг. для городов: Каменка и Рыбница; Каменка и Дубоссары; Рыбница и Дубоссары; Дубоссары и Тирасполь.

Применены статистические критерии:

1) критерий Стьюдента:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{S^2}} \cdot \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}} \quad (1)$$

где N_1 и N_2 – объемы выборок, $\bar{X}_1$ и $\bar{X}_2$ – средние арифметические выборок, S_1^2 и S_2^2 – эмпирические дисперсии, S^2 – средневзвешенная дисперсия с числом степеней свободы $\nu = N_1 + N_2 - 2$, рассчитываемая по формуле:

$$S^2 = \frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{(N_1 - 1) + (N_2 - 1)} \quad (2)$$

2) критерий Тьюки:

$$T \cdot S = Q(q; k; \nu) \cdot \sqrt{\frac{S^2}{N}}, \quad (3)$$

где $Q(q; k; \nu)$ – студентизированный размах (табличное значение),

S^2 – средняя выборочная дисперсия с числом степеней свободы $\nu = k(N - 1)$:

$$S^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k S_j^2, \quad (4)$$

3) критерий Крамера-Уэлча:

$$T = \frac{\sqrt{N_1 N_2} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}}, \quad (5)$$

где N_1 и N_2 – объемы выборок, $\bar{X}_1$ и $\bar{X}_2$ – средние арифметические выборок, S_1^2 и S_2^2 – эмпирические дисперсии.

Критические значения для критерия Крамера-Уэлча зависят только от уровня значимости α . При $T_{\text{эмп}} < \Phi(1-\alpha/2)$ гипотеза принимается. Если $\alpha = 0,05$, то $\Phi(1-\alpha/2) = 1,96$. То есть, если $T_{\text{эмп}} < 1,96$, то характеристики сравниваемых выборок совпадают на уровне значимости 0,05.

Наиболее достоверными считаются результаты, полученные по критерию Крамера-Уэлча, так как данный критерий, являясь непараметрическим, не требует подчинения выборки какому-либо закону распределения, а также не требует равенства (неразличимости) дисперсий.

Таблицы, содержащие необходимые для расчета данные и результаты расчетов приведены ниже. В таблицах обозначены: $\bar{O}$ – среднее арифметическое значение выборки скоростей ветра,

S_j^2 – эмпирическая дисперсия, S^2 – средневзвешенная дисперсия.

Таблица 1. Средние арифметические значения скоростей ветра и дисперсий по г. Каменка и г. Рыбница

район	пара-метр	год	месяц												год
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Каменка	$\bar{O}$	2014	3,05	2,29	3,40	2,68	2,22	1,94	2,01	1,70	2,18	2,17	2,66	2,44	2,40
		2015	2,98	2,65	2,85	3,59	2,23	2,41	1,78	1,93	2,66	2,16	2,35	2,14	2,47
		2016	2,75	3,44	3,23	2,52	2,08	2,10	1,77	1,73	1,54	2,86	2,97	2,57	2,46
		2017	2,40	2,20	3,04	3,35	2,04	1,81	1,93	1,73	2,33	2,09	1,90	2,66	2,29
		2018	2,14	1,93	2,23	2,41	1,70	1,33	0,93	1,47	1,71	2,09	2,50	2,35	1,90
		2014	1,59	1,13	1,87	1,19	2,21	1,15	0,50	0,61	1,14	1,28	1,15	1,57	1,25
	S_j^2	2015	2,07	2,33	1,84	2,83	0,95	0,93	0,33	0,23	1,16	1,56	1,40	1,91	1,41
		2016	1,89	2,63	3,08	1,60	0,66	1,14	0,59	0,50	0,49	2,51	2,26	1,46	1,52
		2017	2,37	1,66	1,00	2,19	0,59	0,72	0,96	0,40	0,86	2,29	2,01	1,60	1,34
		2018	1,82	1,45	2,82	1,38	1,22	0,49	0,21	0,28	0,39	1,24	1,02	1,05	1,08
		2014	2,60	1,07	2,62	1,89	1,38	1,88	1,76	1,55	1,86	1,43	1,87	1,76	1,81
		2015	2,05	2,05	2,16	2,78	1,81	2,03	1,70	1,47	1,87	1,61	1,92	1,61	1,92
	$\bar{O}$	2016	2,02	2,20	2,20	1,76	1,55	1,80	1,74	1,41	1,14	2,12	2,32	2,18	1,87
		2017	1,78	1,85	2,38	2,51	1,97	1,95	1,72	1,65	1,71	1,93	1,58	2,15	1,93
		2018	1,78	2,02	2,11	2,04	1,97	1,67	1,33	1,43	1,63	1,52	2,03	1,95	1,79
		2014	1,23	0,57	1,55	0,74	0,63	0,56	0,64	0,51	1,06	0,91	0,58	1,10	0,82
		2015	1,20	1,35	0,87	2,28	0,69	1,00	0,51	0,37	0,85	1,04	1,41	1,09	1,02
		2016	1,56	0,84	1,01	0,88	0,41	0,52	0,78	0,58	0,75	1,40	0,98	1,23	0,88
Рыбница	S_j^2	2017	1,63	0,99	0,72	1,27	0,67	0,45	0,53	1,12	0,28	1,34	0,89	0,64	0,85
		2018	1,23	0,59	1,47	0,77	0,79	0,41	0,32	0,50	0,73	0,85	1,31	1,13	0,82
		2014	1,4081	0,8492	1,7087	0,9637	1,4227	0,8512	0,5702	0,5613	1,1004	1,0923	0,8662	1,3341	1,0316
		2015	1,6343	1,8400	1,3575	2,5544	0,8181	0,9620	0,4176	0,3017	1,0023	1,3017	1,4044	1,5013	1,2127
		2016	1,7281	1,7348	2,0458	1,2376	0,5382	0,8296	0,6823	0,5386	0,6194	1,9522	1,6198	1,3460	1,2011
		2017	2,0002	1,3252	0,8607	1,7300	0,6279	0,5846	0,7455	0,7619	0,5708	1,8154	1,4496	1,1182	1,0972
		2018	1,5219	1,0161	2,1459	1,0768	1,0058	0,4498	0,2661	0,3891	0,5576	1,0441	1,1644	1,0919	0,9494
	S^2	2014	1,4081	0,8492	1,7087	0,9637	1,4227	0,8512	0,5702	0,5613	1,1004	1,0923	0,8662	1,3341	1,0316
		2015	1,6343	1,8400	1,3575	2,5544	0,8181	0,9620	0,4176	0,3017	1,0023	1,3017	1,4044	1,5013	1,2127
		2016	1,7281	1,7348	2,0458	1,2376	0,5382	0,8296	0,6823	0,5386	0,6194	1,9522	1,6198	1,3460	1,2011
		2017	2,0002	1,3252	0,8607	1,7300	0,6279	0,5846	0,7455	0,7619	0,5708	1,8154	1,4496	1,1182	1,0972
		2018	1,5219	1,0161	2,1459	1,0768	1,0058	0,4498	0,2661	0,3891	0,5576	1,0441	1,1644	1,0919	0,9494
	Каменка-Рыбница	2014	1,4081	0,8492	1,7087	0,9637	1,4227	0,8512	0,5702	0,5613	1,1004	1,0923	0,8662	1,3341	1,0316
		2015	1,6343	1,8400	1,3575	2,5544	0,8181	0,9620	0,4176	0,3017	1,0023	1,3017	1,4044	1,5013	1,2127

Таблица 2. Статистические критерии по г. Каменка и г. Рыбница

Критерий	год	месяц												год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Табличное значение t критерия		2,0003	2,0049	2,0003	2,0017	2,0003	2,0017	2,0003	2,0003	2,0017	2,0003	2,0017	2,0003	1,9632
критерий Стьюдента t	2014	1,5198	4,9450	2,3512	3,1430	2,7790	0,2799	1,3287	0,7628	1,1691	2,7706	3,2875	2,2981	7,7908
	2015	1,6343	1,8400	1,3575	2,5544	0,8181	0,9620	0,4176	0,3017	1,0023	1,3017	1,4044	1,5013	1,2127
	2016	2,2027	3,5790	2,8324	2,6458	2,8391	1,2756	0,1384	1,6786	1,9520	2,1088	1,9780	1,3245	7,2880
	2017	2,0002	1,3252	0,8607	1,7300	0,6279	0,5846	0,7455	0,7619	0,5708	1,8154	1,4496	1,1182	1,0972
	2018	1,1221	0,3314	0,3294	1,3934	1,0511	1,9441	3,0777	0,2647	0,3976	2,2123	1,6869	1,5071	1,5346
Доверительный интервал критерия Тьюки $T \cdot S$	2014	0,6029	0,4942	0,6642	0,5076	0,6061	0,4770	0,3837	0,3807	0,5424	0,5310	0,4812	0,5869	0,1474
	2015	0,6496	0,7274	0,5920	0,8263	0,4596	0,5071	0,3283	0,2791	0,5176	0,5797	0,6127	0,6226	0,1598
	2016	0,6679	0,6941	0,7268	0,5752	0,3728	0,4709	0,4197	0,3729	0,4069	0,7099	0,6580	0,5895	0,1588
	2017	0,7186	0,6173	0,4714	0,6801	0,4026	0,3953	0,4387	0,4435	0,3906	0,6846	0,6225	0,5373	0,1520
	2018	0,6268	0,5406	0,7443	0,5365	0,5096	0,3468	0,2621	0,3170	0,3861	0,5192	0,5579	0,5309	0,1414
критерий Крамера-Уэлча T	2014	1,5198	4,9450	2,3512	3,1430	2,7790	0,2799	1,3287	0,7628	1,1691	2,7706	3,2875	2,2981	7,7908
	2015	2,8611	1,6452	2,3109	1,9467	1,8113	1,4874	0,4717	3,2600	3,0304	1,8923	1,4162	1,6895	6,7656
	2016	2,2027	3,5790	2,8324	2,6458	2,8391	1,2756	0,1384	1,6786	1,9520	2,1088	1,9780	1,3245	7,2880
	2017	1,7241	1,1608	2,7790	2,4636	0,3205	0,7091	0,9414	0,3637	3,2125	0,4713	1,0186	1,9096	4,6111
	2018	1,1221	0,3314	0,3294	1,3934	1,0511	1,9441	3,0777	0,2647	0,3976	2,2123	1,6869	1,5071	1,5346

Выводы, сделанные на основе таблиц 1 и 2:

1) практически для всех рассчитанных значений критерия Стьюдента t больше $t_{табл}$ в таблице 1, значит гипотеза о неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра за каждый месяц и за каждый год исследуемого периода по Каменке и Рыбнице опровергается;

2) сопоставление найденных доверительных интервалов (метод Тьюки) в таблице 2 с данными таблицы 1 позволяет заключить, что средние арифметические значения среднесуточных скоростей ветра за каждый месяц и за каждый год исследуемого периода по Каменке и Рыбнице статистически различимы;

3) рассчитанные значения критерия Крамера-Уэлча T за каждый год больше критического $T_{кр} = 1,96$, что опровергает гипотезу о статистической неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра по Каменке и Рыбнице.

Установлено, что в каждом из пяти лет исследованного периода средние арифметические значения среднесуточных скоростей ветра по г. Каменка и г. Рыбница не являются статистически неразличимыми. Таким образом, статистически доказано, что гипотеза о статистической неразличимости среднесуточных скоростей ветра в Каменском и Рыбницком районах опровергается. При исследовании рельефа местности указанных районов становится понятным географическое обоснование сделанного вывода.

Ниже приведены результаты аналогичных расчетов для проверки гипотезы о неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей для пар районов и городов Тирасполь - Дубоссары, Рыбница - Дубоссары, Каменка - Дубоссары.

Таблицы, подобные таблицам 1 и 2, не приводятся в данной статье в виду громоздкости.

Выводы, сделанные на основе данных расчетов:

1) для всех рассчитанных значений критерия Стьюдента t за год оказались большими по величине, чем $t_{табл}$, значит гипотеза о неразличимости средних арифметических среднесуточных скоростей ветра за каждый год исследуемого периода по Каменскому и Дубоссарскому району не подтверждается; равно как и по Рыбницкому и Дубоссарскому району;

2) сопоставление найденных доверительных интервалов (метод Тьюки) с данными таблиц 1 и 3 позволяет заключить, что гипотеза о неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра за каждый год исследуемого периода по Каменскому и Дубоссарскому району не подтверждается; равно как по Рыбницкому и Дубоссарскому району;

3) все рассчитанные значения критерия Крамера-Уэлча T за каждый год больше критического $T_{кр} = 1,96$, что опровергает гипотезу о статистической неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра по Каменскому и Дубоссарскому району, а также по Рыбницкому и Дубоссарскому району;

4) для всего исследуемого периода рассчитанные значения критерия Стьюдента $t < t_{табл}$, значит гипотеза о неразличимости средних арифметических среднесуточных скоростей ветра за каждый год исследуемого периода по г. Тирасполь и г. Дубоссары не подтверждается;

5) сопоставление найденных доверительных интервалов (метод Тьюки) с данными таблицы 3 позволяет заключить, что гипотеза о неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра за каждый год исследуемого периода по г. Тирасполь и г. Дубоссары не подтверждается;

6) все рассчитанные значения критерия Крамера-Уэлча T за каждый год меньше критического $T_{кр} = 1,96$, что не подтверждает гипотезу о статистической неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра по г. Тирасполь и г. Дубоссары.

Для удобства средние арифметические значения скоростей ветра за каждый год пятилетнего периода и за пять лет в целом приведены в таблице 3.

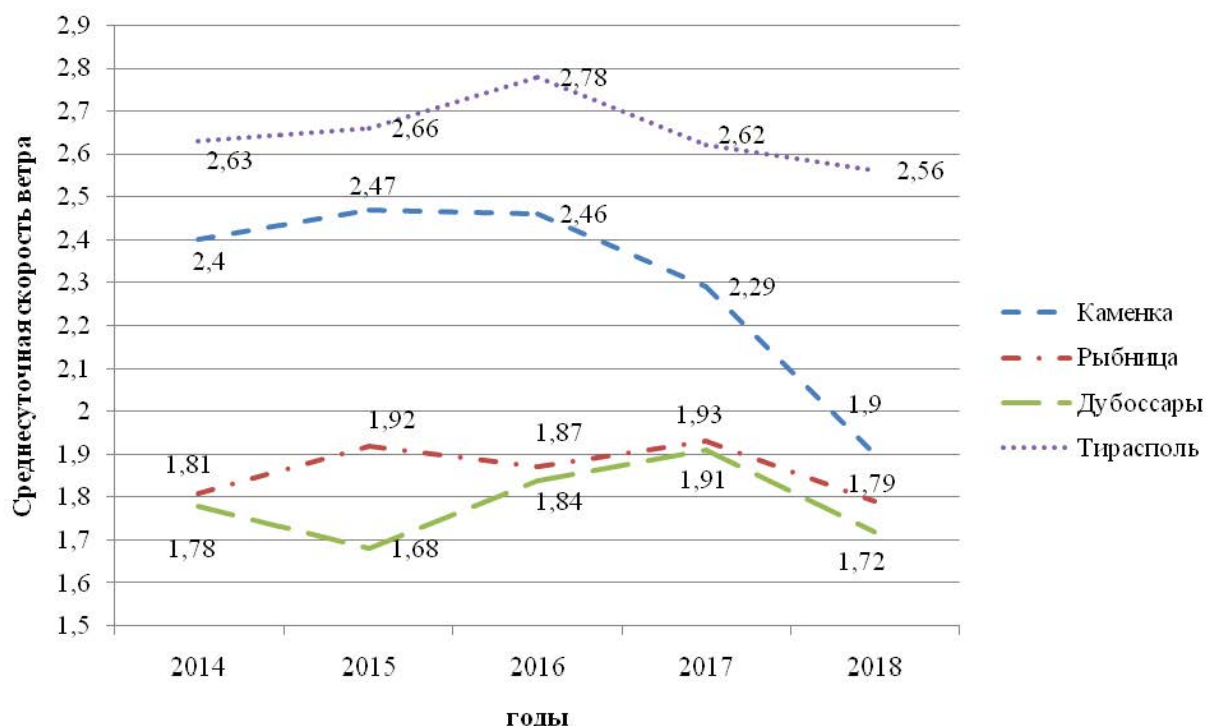
Полученные выше выводы подтверждаются графиками зависимости среднего арифметического значения среднесуточных скоростей ветра за каждый год в течение пятилетнего периода 01.01.2014-31.12.2018 гг. (Табл. 3, Рис. 1).

На основании таблицы 3, построены графики зависимости среднего арифметического значения среднесуточных скоростей ветра за год в течение указанного периода.

Таблица 3. Среднее арифметическое значение среднесуточных скоростей ветра(м/с) за год в течение пятилетнего периода 01.01.2014-31.12.2018 гг.

	2014	2015	2016	2017	2018	5 лет
Каменка	2,40	2,47	2,46	2,29	1,90	2,30
Рыбница	1,81	1,92	1,87	1,93	1,79	1,86
Дубоссары	1,78	1,68	1,84	1,91	1,72	1,79
Тирасполь	2,63	2,66	2,78	2,62	2,56	2,65

Изменение среднесуточной скорости ветра за период 01.01.2014-31.12.2018 гг.

**Рисунок 1.** Графики зависимости среднего арифметического значения среднесуточной скорости ветра за год в течение пятилетнего периода 01.01.2014-31.12.2018 гг.

Графики косвенно подтверждают результаты, полученные при проверке гипотез о статистической неразличимости среднего арифметического значения среднесуточных скоростей ветра пар городов: Каменка-Рыбница (различимы), Дубоссары-Тирасполь (различимы), Каменка-Дубоссары (различимы), Рыбница-Дубоссары (различимы).

ВЫВОДЫ

На основании проведенного исследования можно утверждать, что для каждой пары районов в каждом из пяти лет исследованного периода 01.01.2014-31.12.2018 г. гипотеза о статистической неразличимости средних арифметических значений среднесуточных скоростей ветра не подтверждается. Полученный результат необходимо исследовать дополнительно, поскольку ключевую роль при выделении агроклиматических зон Приднестровья играет среднесуточная температура. Статистическое доказательство обоснованности выделения Каменского и Рыбницкого района в одну агроклиматическую северную зону Приднестровья, а Дубоссарского и Григориопольского района – в другую приведено в статье (Кирсанова, А., Волконович, О. 2019).

Результат настоящего исследования нацелен на расчет параметров продолжительности

использования установок естественного холода (аккумуляторов с водой) для хранения фруктов и овощей на территории Приднестровья, а также на расчет продолжительности намораживания льда в льдохранилище. Поэтому дальнейшая работа будет направлена на выяснение критичности того, что гипотеза о статистической неразличимости среднесуточных значений скоростей ветра не подтвердилась.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВОЛКОНОВИЧ, Л., ЧЕРНЕЙ, М., ВОЛКОНОВИЧ, А. (2019). Применение холода для охлаждения молока и хранения плодоовощной продукции. Кишинев. 228 с. ISBN 978-9975-56-625-4.
2. ВОЛКОНОВИЧ, Л., ВОЛКОНОВИЧ, А.Л., КУШНИР, М.Г., ПОПА, А.Г., СЛИПЕНКИ, В.Е., ДАЙКУ, А.С., ВОЛКОНОВИЧ, О.Л., КИРИЯК, И.И. (2017). Разработка алгоритмов управления процесса хранения фруктов и овощей с применением естественного холода. В: Инновации в сельском хозяйстве, № 2 (23), с. 67-72. ISSN 2304-4926.
3. ДОЛГОВ, Ю. (2015). Случайные числа. Тирасполь. 692 с. ISBN 978-9975-3010-2-2.
4. ДОЛГОВ, Ю. (2011). Статистическое моделирование. Тирасполь. 352 с. ISBN 9975-9630-1-3.
5. КИРСАНОВА, А., ВОЛКОНОВИЧ, О. (2019). Анализ температур воздуха для идентификации зон применения установок искусственного и естественного холода для охлаждения молока и хранения фруктов и овощей на территории Приднестровья. В: Stiinta Agricola, № 2, с. 114-120. ISSN 1857-0003.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

КИРСАНОВА Алла  <https://orcid.org/0000-0001-6541-5678>
кандидат педагогических наук, Государственный Аграрный Университет Молдовы
E-mail: avki@mail.ru

ВОЛКОНОВИЧ Онорин  <https://orcid.org/0000-0003-1623-2028>
докторант, Государственный Аграрный Университет Молдовы
E-mail: onorin.volconovici@gmail.com

ГУЦУ-КЕТРУШКА Корина
доктор технических наук, Технический университет Молдовы

СКРИПНИК Елена  <https://orcid.org/0000-0002-6813-6102>
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Государственный Аграрный Университет Молдовы
E-mail: e.scripnic@uasm.md

ВОЛКОНОВИЧ Ина  <https://orcid.org/0000-0002-4907-7944>
докторант, Государственный Аграрный Университет Молдовы
E-mail: globa.ina95@gmail.com

Data prezentării articolului: 12.10.2020
Data acceptării articolului: 20.11.2020

DOI:

УДК 621.43

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ГАЗОДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Сергей ЧЕРНОБРИСОВ, Феликс БУРМЕНКО, Анатолий ДИМОГЛО

Abstract. The article deals with the aspects of testing modern gas-diesel internal combustion engines. The concept of a new diagnostic method has been proposed and an automated experimental setup has been developed for research and testing of tractor internal combustion engines (ICE), which has wide functionality due to the expansion of the ICE test potential in the “gas diesel” mode and the study of factors affecting the magnitude and stability of the injection of the optimized value “ignition” dose of diesel fuel, which increases the reliability of the thermal process of fuel combustion, taking into account the individual characteristics of each ICE. The proposed automated system allows to change the fuel supply and ignition timing depending on the assessment of the energy characteristics (Wobbe number) and methane number of natural gas by measuring the physical characteristics of the gas mixture by the additivity of its composition by measuring the content of each component in natural gas.

Key words: Gas-diesel; Tests; Installation; Stand; Methane number; Start-up dose; High pressure fuel pump; Pipeline.

Реферат. В статье рассмотрены аспекты испытания современных газодизельных двигателей внутреннего сгорания. Предложена концепция нового диагностического метода и разработана автоматизированная экспериментальная установка для исследования и испытаний тракторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), обладающей широкими функциональными возможностями за счет расширения потенциала испытания ДВС в режиме «газодизель» и исследования факторов, влияющих на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива, что повышает надежность теплового процесса сжигания топлива с учетом индивидуальных особенностей каждого ДВС. Предложенная автоматизированная система позволяет изменять подачу топлива и угол опережения зажигания в зависимости от оценки энергетической характеристики (числа Воббе) и метанового числа природного газа посредством измерения физических характеристик газовой смеси по аддитивности его состава с помощью измерений содержания каждого компонента в природном газе.

Ключевые слова: Газодизель; Испытания; Установка; Стенд; Метановое число; Запальная доза; Топливный насос высокого давления; Трубопровод.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе технического прогресса в области транспортно-технологических машин и комплексов все больше начинает использоваться сжатый и сжиженный газ в качестве моторного топлива как альтернатива дизельному и бензину получаемых из нефти. Решение проблемы замены дорогостоящего дизельного топлива на более дешевое газообразное возможно и в его использовании в качестве моторного топлива для тракторов, коммунальных и дорожно-строительных машин, технических средств агропромышленного комплекса, природообустройства, ирригации и мелиорации, других мобильных и стационарных энергетических установок.

Учитывая то, что энергетическим источником движущей силы и мощности в этих машинах используются дизельные двигатели внутреннего сгорания, важной задачей становится перевод дизельных ДВС к работе на газомоторное топливо с минимальными конструктивными изменениями в базовой модели ДВС. Такую модернизацию возможно провести при режиме работы ДВС по газодизельному циклу, основанному на комбинированной схеме питания. Основным здесь по-прежнему является дизельное топливо, однако большая его часть замещается газом - метаном или пропаном. Дизельное топливо при этом выполняет функцию воспламенения топливовоздушной смеси - т.н. запальный разряд замещающий искровой. Степень замещения основного топлива альтернативным зависит от нагрузки на двигатель и самой топливной аппаратуры - оригинальной дизельной и устанавливаемой газовой. В настоящее время системы ведущих мировых производителей позволяют замещать до 80% дизтоплива в случае с метаном и до 70% — в случае с пропаном.

Эффективность использования газового топлива в газодизельных ДВС зависит от систем топливopодачи жидкого и газообразного топлив, их настройки и регулировки. Чтобы изучить и исследовать опытные образцы разрабатываемых вариантов конструкций модернизированных объектов необходимо проводить соответствующие испытания и диагностику на различных режимах работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В практике работы для проведения испытаний дизельных ДВС тракторов и автомобилей традиционно используется обкаточно-тормозной стенд.

Такие стенды как правило используются для обкатки, диагностики и приемки ДВС после капитального ремонта и не позволяют проводить снятие всех показателей работы двигателя ввиду недостаточно полного приборного оснащения, что делает их непригодными для опытно-производственных испытаний новых и модернизированных технических средств.

В Казанском государственном энергетическом университете (КГЭУ) разработана и используется в научном и учебном процессах автоматизированная многофункциональная установка для тестирования и эмуляции работы ДВС, оценки механического его состояния, что позволяет сократить время и затраты на разработку и отладку новых систем и механизмов, повысить производительность труда инженера и сократить затраты на отладку, настройку и калибровку адаптацию компонентов систем управления двигателем, а также проводить научно-исследовательские работы над ДВС и автомобилем (Садыков, М. 2018). Анализ технического функционала этой установки показал, что для исследования работы тракторных ДВС работающих на газовом моторном топливе она не пригодна, т.к. не имеет в своем составе системы питания содержащей комплект газового оборудования.

Экспериментальный стенд, разработанный в Северо-Восточный федеральном университете (СВФУ) им. М.К. Аммосова, г. Якутск оснащен системой питания газом используемым в качестве моторного топлива и соответствующим приборным оборудованием с измерительно-вычислительным комплексом позволяющим изучать работу ДВС в газодизельном режиме (Андреев, Д. и др. 2016). Однако он предназначен для исследования ДВС преимущественно автомобильных и не имеет возможности изучать энергетические и тяговые характеристики трактора.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Авторами была предложена концепция нового диагностического метода и разработана автоматизированная экспериментальная установка для исследования и испытаний тракторных ДВС, обладающей широкими функциональными возможностями (практически универсальная) за счет расширения потенциала испытания ДВС в режиме «газодизель» и исследования факторов, влияющих на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива, что повышает надежность теплового процесса сжигания топлива с учетом индивидуальных особенностей каждого ДВС. Это было достигнуто за счет оснащения установки системой питания природным газом используемым в качестве моторного топлива, содержащей комплект газового оборудования включающего баллоны для компримированного природного газа, анализатор состава и расходомер газа, заправочную, распределительную, а так же контрольную аппаратуру.

В тоже время штатный топливный насос высокого давления (ТНВД) снабжен механизмом ограничения запальной дозы дизельного топлива который взаимодействует с управляющей рейкой топливного насоса, датчиками давления на топливопроводах и датчиками температуры топлива. Имеется также устройство сбора технических параметров и характеристик испытываемого двигателя которое соединено с ЭВМ для обработки данных.

Включение в конструкцию установки анализатора состава газа обусловлено следующим. Двигатели разных конструкций и марок имеют различные характеристики: разные степени сжатия, удельный расход топлива, угол опережения зажигания (впрыска), способ подачи топлива (распределительный или непосредственный) и т.д. Все перечисленные показатели так или иначе влияют на энергетические свойства двигателя, которые имеют важное практическое значение, как для производителей, так и для потребителей двигателей. Главным показателем природного газа как моторного топлива является его метановое число, в основе которого лежит его физико-химический состав и теплотворная способность (число Воббе) характеризующего величину теплового потока, получаемого при сгорании газа. Учет значений метанового числа (МЧ) и числа Воббе при настройке узла подачи запальной дозы обеспечит минимизацию расхода жидкого топлива, достаточную для воспламенения основного газа (ГОСТ 27577-2000 2004).

Согласно этого стандарта расчетное метановое число (МЧ) и число Воббе природного газа,

используемого в качестве моторного топлива, рассчитывается по правилу аддитивности, т.е. суммой произведений каждого компонента на долю его в смеси. Для определения состава и количества составляющих компонентов газа используется включенный в состав испытательного стенда газовый анализатор. Соответственно расходомер газа (газовый счетчик) предназначен для учета расхода моторного топлива.

Наличие механизма ограничения запальной дозы дизельного топлива служит для уменьшения его цикловой подачи при переходе двигателя с дизельного режима на газодизельный (Димогло, А. и др. 2005). Это обеспечивает полноценную работу всережимного регулятора топливной аппаратуры, что крайне важно при работе двигателя в газодизельном режиме, поскольку механизму ограничения запальной дозы топлива приходится сохранять положение рейки подачи топлива топливного насоса. Уменьшение величины запальной дозы дизельного топлива позволяет оптимизировать процесс сгорания двухтопливной смеси, что позволяет установить порог минимальной запальной дозы дизельного топлива, обеспечивающий надежное воспламенение газо-воздушной смеси в цилиндрах и устойчивую работу двигателя на всех эксплуатационных режимах.

Наличие датчиков давления топлива, установленных на топливопроводах позволяет изучить влияние на стабильность работы топливного насоса при установке минимальной запальной дозы топлива и обеспечении давления топлива во всем объеме линии нагнетания, а это очень важный показатель работы ДВС. Это обуславливается следующим.

Плунжер топливного насоса при активном ходе дает начало двум процессам: перетеканию топлива по линии нагнетания в результате выталкивания топлива плунжером и формированию импульса волны давления в результате сжатия топлива плунжером. Сжатие топлива происходит не во всем объеме линии нагнетания, а только в объеме, непосредственно примыкающем к надплунжерному пространству. Перетекание топлива происходит со скоростью 100...120 м/с, а перемещение импульса - со скоростью звука в среде топлива, это примерно 1200 м/с. Обладая скоростью на порядок выше, импульс быстрее достигает форсунки и под его воздействием срабатывает распылитель. Получается, что давление в полости распылителя возрастает не от того, что в него добавилось топливо, закаченное плунжером, а от того, что к нему подошел импульс волны давления. Скорость распространения импульса колеблется в зависимости от давления топлива в линии нагнетания между очередными активными ходами плунжера. Так, например, при длине топливопровода 1,2 м и частоте вращения коленчатого вала дизеля 2000 об/мин разница между углами действительного начала подачи топлива от различных скоростей распространения импульса может достигать примерно 12° по углу поворота вала. Если учесть, что допустимое отклонение в установке угла действительного начала подачи топлива при установке топливного насоса на дизель составляет всего ± 300 , регулировка насоса и его установка сводятся на "нет" нестабильной работой секции насоса от цикла к циклу. А при установке минимальной запальной дозы дизельного топлива для газодизеля этот вопрос имеет решающее значение.

Наличие датчика температуры необходимо для фиксации температуры топлива. С повышением температуры вязкость топлива уменьшается, а вязкость - это основной показатель дизельного топлива, оказывающий наибольшее влияние на производительность насоса при изменении температурных условий его работы. С уменьшением вязкости дизельного топлива уменьшается подача топлива за один ход плунжера, при этом относительное колебание величины подачи топлива от изменения вязкости топлива может достигать 3...6%, и соответственно на эту же величину уменьшается и масса топлива, подаваемого в цилиндры двигателя.

При увеличении температуры топлива с 20 до 800 °С постигаемый объем топлива уменьшается до 30%. Это влечет за собой уменьшение цикловой подачи топлива, а поскольку для достижения заданной величины давления плунжеру требуется большая величина рабочего хода, в результате чего изменяется и работа дизеля.

Выполнение датчиков давления на топливопроводах газодизеля тензометрическими датчиками позволяет точно фиксировать параметры подачи топлива к форсункам ДВС. Датчики такого типа имеют низкую, практически нулевую инерционность - это время, в течение которого выходная величина принимает значение, соответствующее входной величине, что особенно важно при высоких скоростях перемещения импульса давления топлива. Это достигается тем, что упругий

элемент (тензорезистор) тензодатчика изготавливается из специальной стали и герметизируется лазерной сваркой до степени защиты, позволяющей ему работать в устройствах и механизмах, используемых во всех, без исключения, отраслях промышленности, сельского хозяйства, включая автомобилестроение и дорожное строительство. Принцип измерения и обработки информации по величине осевой нагрузки тензорезисторного датчика позволяет осуществлять замер скорости приложения осевой нагрузки (импульса) в диапазоне скоростей от 0,1 до 1200 м/с, в отличие от пьезодатчиков, чем и обусловлен его выбор.

Конструктивная схема предлагаемой установки представлена на рисунке 1, а ее технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1. Измеряемые параметры и средства измерения

Измеряемый параметр	Средство измерения	Диапазон измерения	Погрешность средств измерения (абс.)
Частота вращения коленчатого вала, п, мин-1	Тахометр ТЭСА ГОСТ-15150	500...1500	±5
Момент крутящий, Мк, Н м	ВКМ-150	0...1500	±5
Расход дизельного топлива, G3, кг/ч	Расходомер	0...35	±0,15
Расход газового топлива, QГ, м/ч	Счетчик	0...40	±0,2
Температура масла, воды, газового и дизельного топлива, воздуха и газозооушной смеси двигателя, °С	Датчик ТСМ-0879-01 Прибор А 566-02-10	0...150	±0,5
Температура отработавших газов, °С	Термопара ХА 11/2П679 Прибор КСП-4	100...800	±2,5
Давление масла в ГММ, Рм, кгс/см2, (МПа)	Манометр МТП-160 ГОСТ 2405	0...5	±0,05
Разрежение в сопле при замере расхода воздуха, разрежение во впускном коллекторе, давление отработавших газов в выпускном коллекторе, давление газового топлива, давление картерных газов ΔРлем, мм.вод.ст (кПа)	U-образный манометр ГОСТ 9933	0...200	±1,0
Угол ПКВ, соответствующий началу впрыска топлива, фвпр, град. ПКВ	Датчик вибрации ПАК МТ Pro 4.1	360	±1,0
Давление газов в цилиндре, Р, МПа, (кгс/см2)	Датчик давления PS100 ПАК МТ Pro 4.1	0...15	±0,2
Угол ПКВ, фвпр, град. ПКВ	Фотодатчик ПАК МТ Pro 4.1	360	±1,0
Атмосферное давление, Вокр, мм.рт.ст	Барометр-анероид БАММ-1 ТУ 25-11-1513-79	400...800	±2,0
Относительная влажность атмосферного воздуха, фокр, %	Психрометр МВ-4М	0...100	±2,0

Установка для исследования работы дизельных ДВС (рис.1.) содержит силовой привод, который представляет собой электрический двигатель-тормоз 1, регулировочный реостат 2, весовой механизм 3 предназначенный для замера тормозного и крутящего моментов, расходомер дизельного топлива 4, датчики оборотов на валу 5, температуры 6 и давления 7 в масляной магистрали, момента на валу 8 двигателя внутреннего сгорания 9, температуры охлаждающей жидкости 10, температуры выхлопных газов 11, при этом выходы всех датчиков соединены со входом регистрирующего устройства (микропроцессорного контроллера) 12, а тот в свою очередь соединён с ЭВМ 13.

Для проведения исследований ДВС в режиме «газодизель» на установке имеется комплект газового оборудования 14 включающий набор баллонов 15 для сжатого природного газа (метана) с заправочной 16, распределительной 17 и контрольной 18 аппаратурой, газоанализатор 19 со счетчиком расхода газа 20. Штатный топливный насос высокого давления 21 (ТНВД) с механизмом ограничения запальной дозы дизельного топлива 22 взаимодействующего с управляющей рейкой топливного насоса 23 дополнительно оснащен датчиками давления 24 и температуры 25 установленными на подводящих топливопроводах 26.

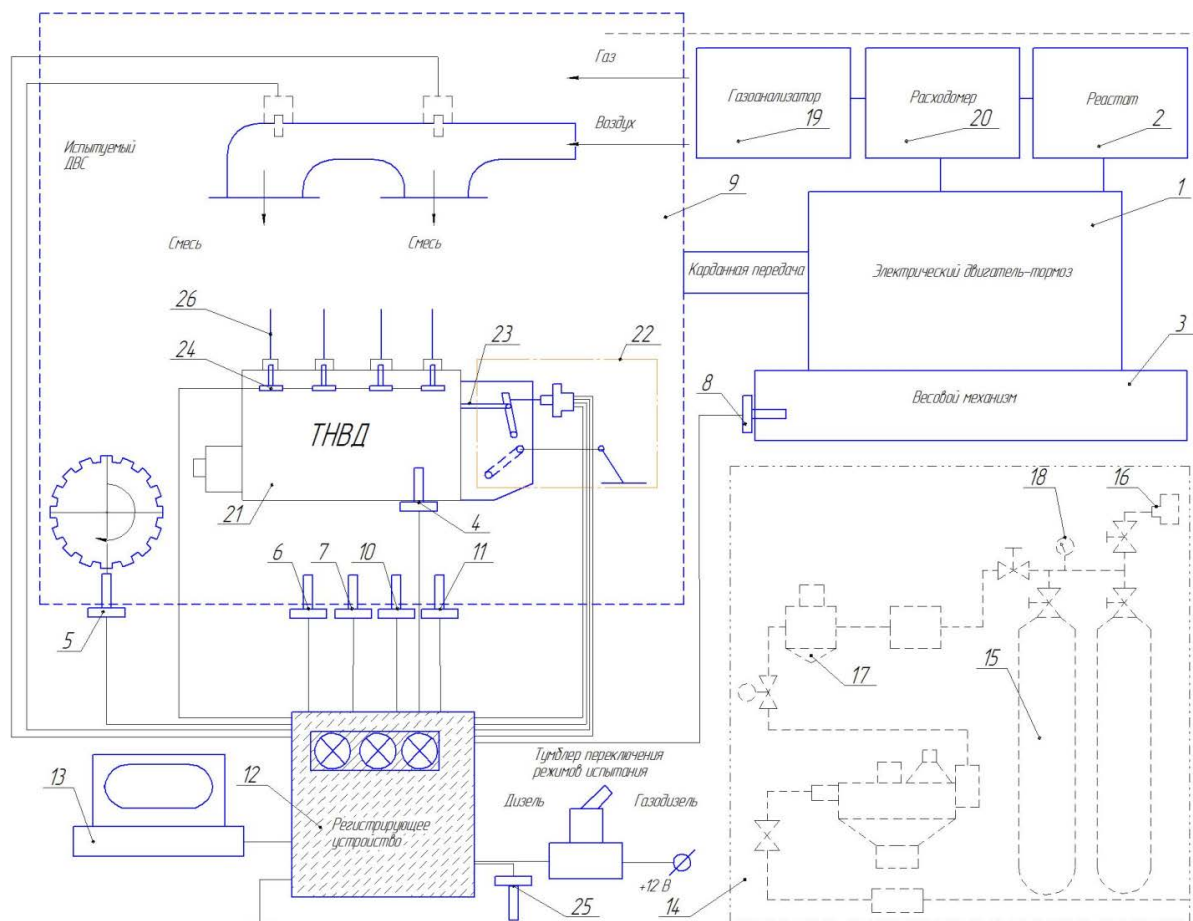


Рисунок 1. Установка для исследования работы дизельных ДВС

Установка работает следующим образом.

Для проведения исследований испытываемый ДВС подключают к топливным магистралям и системе охлаждения. Устанавливают на испытуемый ДВС 9 необходимые датчики и подключают их к регистрирующему устройству (микропроцессорному контроллеру) 12. Снятием показателей газоанализатора 19 со счетчиком расхода газа 20 расчетным путем определяется метановое число и число Воббе газообразного моторного топлива и согласно полученным данным делаются соответствующие корректировки ДВС 9 и настройка установки.

Пуск установки осуществляется через пульт управления реостата 2, и погружением его электродов производится запуск силового привода 1, а тот в свою очередь передает крутящий момент на испытуемый двигатель 9. Как только испытуемый двигатель 9 запустится все измеряемые технические параметры передаются на регистрирующее устройство (микропроцессорный контроллер) 12 с периодичностью четыре раза в секунду. Обработанные регистрирующим устройством (микропроцессорным контроллером) 12 данные передаются на ЭВМ 13 для вывода на экран в виде графической информации, либо представляет в другом удобном виде.

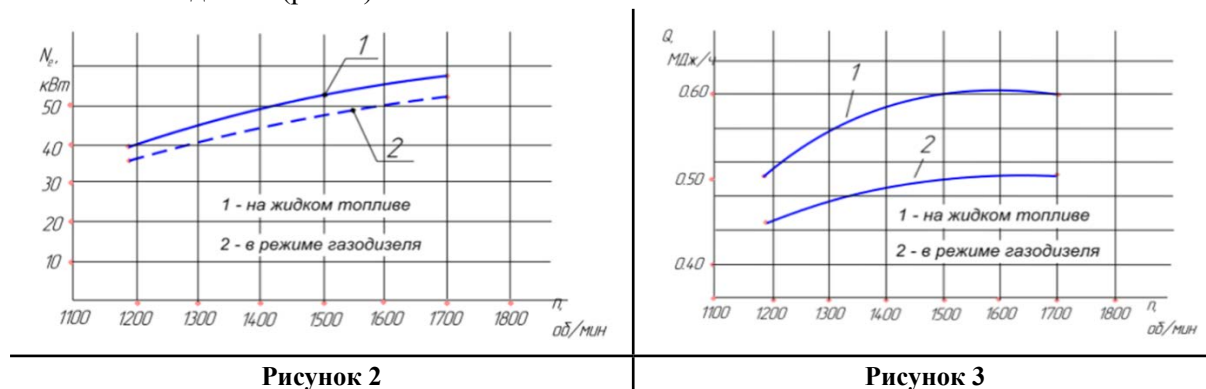
Расчетная оценка энергетической характеристики (числа Воббе) и метанового числа (МЧ) природного газа осуществляется посредством измерения физических характеристик газовой

смеси по аддитивности его состава - сумме произведений каждого компонента на долю его в составе смеси с помощью измерений содержания каждого компонента в природном газе газоанализатором и расходомером газа и введении этой информации и показателей датчиков температуры и давления топлива в компьютерную программу для настройки оптимальной величины и угла подачи запальной дозы дизельного топлива.

После замера мощности, расхода топлива и других исследуемых параметров и показателей установка выключается и диагностика считается законченной.

Таким образом, разработанная установка позволяет проводить исследования работы ДВС в режиме «газодизель» и определять факторы, влияющие на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива при диагностике, обкатке и испытаниях. Все показатели так или иначе влияющие на энергетические свойства двигателя имеют важное практическое значение, как для производителей, так и для потребителей двигателей, что наглядно подтвердили проведенные исследования работы ДВС на предлагаемой установке.

Как показывают исследования на данной установке достигается минимальное падение мощности в двигателях на газе с присадкой жидкого топлива на 10...12% на всех числах оборотов на 10...12%, в сравнении с двигателем, работающим на жидком топливе. Сравнительная характеристика работы двигателя на жидком топливе и газодизеля представленная на рисунке 2 свидетельствуют о том, что работа двигателя по газодизельному циклу, особенно на номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя дает более низкие результаты. Это связано с более низкой теплотворной способностью газа по сравнению с дизельным топливом, что приводит к работе с достаточно высоким коэффициентом избытка воздуха, а это в свою очередь, приводит к снижению теплотворности рабочей смеси, уменьшению скорости сгорания, и, тем самым, к снижению мощности двигателя, что наглядно показывает сравнительная характеристика работы двигателя на жидком топливе и газодизеля (рис. 3).



Сравнительные характеристики работы двигателя на жидком топливе и газодизеля

Установка также позволила провести исследования по определению оптимальной величины импульса при стандартной длине трубопровода высокого давления, уровень которых влияет не только на норму впрыска величины запальной дозы дизельного топлива, но и величину угла начала подачи дизельного топлива до 120 по углу поворота коленчатого вала, что сводит на нет регулировку насоса нестабильной работой его секции от цикла к циклу.

Исследования выявили важный фактор при регулировке и установке запальной дозы на топливной аппаратуре, это длина трубопроводов высокого давления. Если при регулировке ТНВД дизельного двигателя этим фактором можно пренебречь, то для газодизеля он является ключевым моментом. При изменении длины трубопровода резко изменяются нормы впрыска топлива, особенно это сказывается при работе с минимальными дозами впрыска (рис. 4).

Полученные данные рисунке 4 показывают, что при увеличении длины трубопровода высокого давления увеличивается и норма впрыска дизельного топлива. Возникает необходимость в регулировке ТНВД (для газодизеля) на данной установке, используя трубопроводы той же длины, что установлены на двигателе.

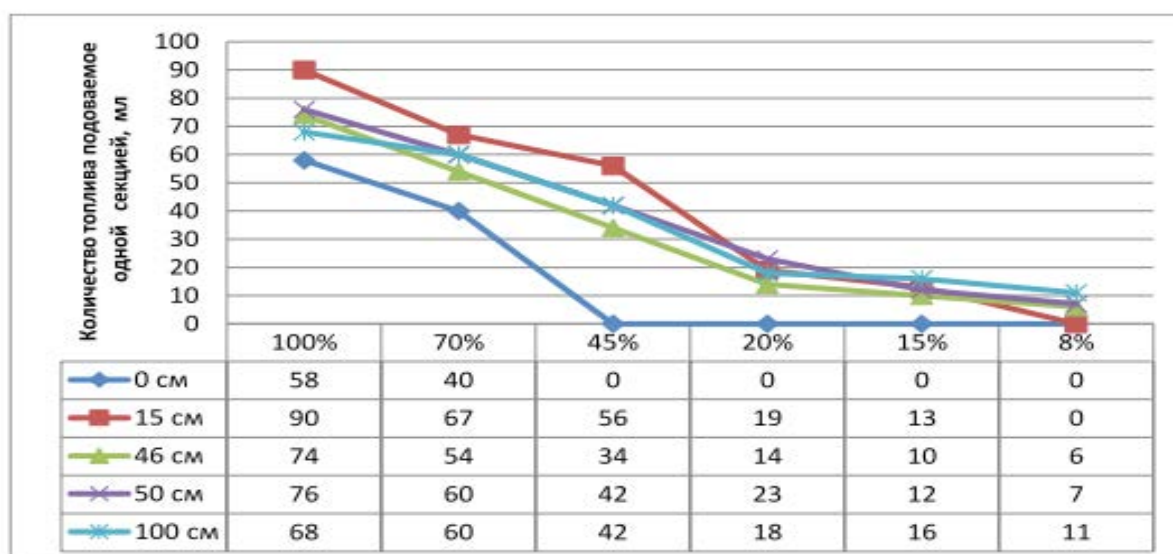
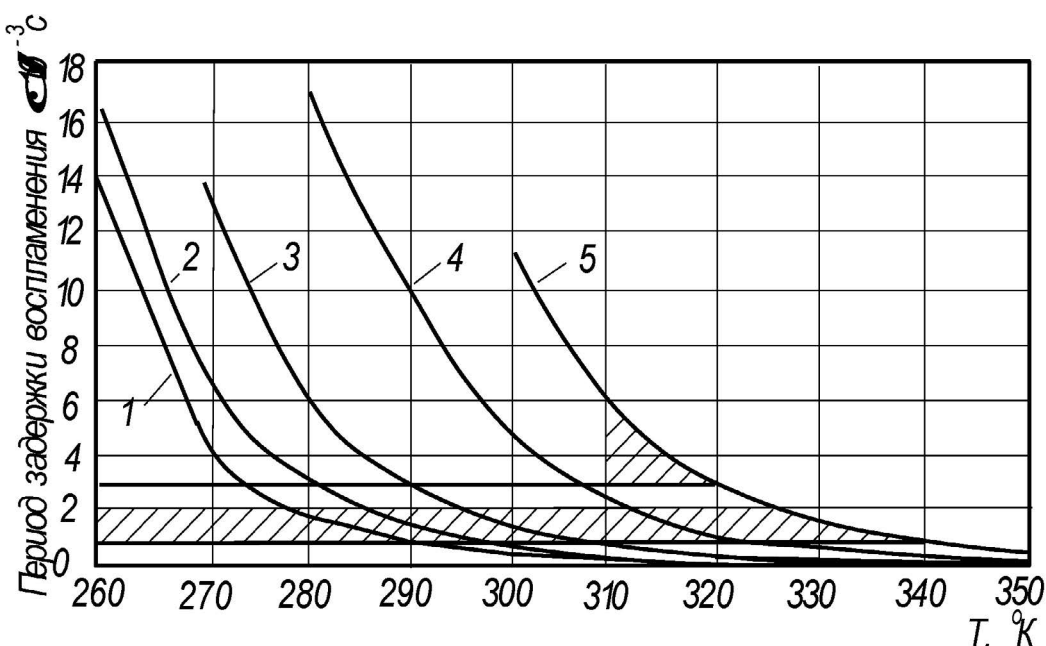


Рисунок 4. Зависимость изменения количества запальной дозы от длины трубопровода высокого давления

На рисунке 5 представлены кривые, представляющие показательные функции зависимости периода задержки воспламенения от температуры (тепловой мощности – числа Воббе) свежего заряда подаваемого газообразного топлива свежего для разных углов момента опережения впрыска. Наибольшая интенсивность крутизны кривых расположена в зоне температур свежего заряда характерных для дизельных тракторных двигателей (310 ... 3500 К).



- 1 - Угол опережения впрыска 0° ; 2 - Угол опережения впрыска 10° ;
 3 - Угол опережения впрыска 15° ; 4 - Угол опережения впрыска 20° ;
 5 - Угол опережения впрыска 25°

Рисунок 5. Зависимость периода задержки воспламенения от температуры свежего заряда

Для исследуемого двигателя СМД, момент начала подачи топлива равен $18^{\circ} \dots 20^{\circ}$ поворота коленчатого вала двигателя до прихода поршня в ВМТ. Следовательно, момент впрыска находится

примерно около 20°. Это наглядно подтверждает, что температура свежего заряда (тепловой мощности) поступающего в двигатель газодизеля оказывает решающее влияние на процесс сгорания топлива и, соответственно, на мощностные и экономические показатели работы двигателя. Это позволяет снизить расход дорогого дизельного топлива и обеспечить в максимальной степени его замещение более дешевым природным газом (Анисимов, И. и др. 2007).

Концептуальная схема компоновки установки и способ испытаний и исследований ДВС в газодизельном режиме защищены патентами на изобретения (Димогло, А. и др. 2005; Димогло, А. и др. 2020а; Димогло, А. и др. 2020б), а сама установка используется в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности «23.05.01-Наземные транспортно-технологические средства» на аграрно-технологическом факультете и в инженерно-техническом институте ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

ВЫВОДЫ

В научной лаборатории кафедры «Технических систем и электрооборудования в АПК» аграрно-технологического факультета ПГУ им. Т.Г. Шевченко создана автоматизированная экспериментальная установка для разработки и исследования газодизельных двигателей внутреннего сгорания, которые работают на сжатом природном газе.

Установка оснащена полным комплексом измерительной аппаратуры для определения индикаторных и эффективных показателей двигателя.

Автоматизированная система исследования дополнена целым рядом устройств, позволяющих изменять подачу топлива и угол опережения зажигания в зависимости от оценки энергетической характеристики (числа Воббе) и метанового числа (МЧ) природного газа посредством измерения физических характеристик газовой смеси по аддитивности его состава с помощью измерений содержания каждого компонента в природном газе газоанализатором и расходомером газа и введении этой информации и показателей датчиков температуры и давления топлива в компьютерную программу для управления ТНВД при переходе двигателя с дизельного режима на газодизельный.

Проведенные на данной установке исследования работы тракторного ДВС с использованием природного газа в качестве моторного топлива в газодизельном режиме показали ее эффективность. Расширенный функционал и универсальность позволили проводить исследования работы ДВС в режиме «газодизель» и определять факторы, влияющие на величину и стабильность впрыска оптимизированной величины «запальной» дозы дизельного топлива при диагностике, обкатке и испытаниях. Все снимаемые показатели так или иначе влияющие на энергетические свойства двигателя имеют важное практическое значение, как для производителей, так и для потребителей двигателей.

Концептуальная схема компоновки установки и способ испытаний и исследований ДВС в газодизельном режиме защищены патентами на изобретения, а сама установка используется в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности «23.05.01-Наземные транспортно-технологические средства» на аграрно-технологическом факультете и в инженерно-техническом институте ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. САДЫКОВ, М.Ф. (2018). Автоматизированная многофункциональная установка для исследования, разработки и тестирования двигателя внутреннего сгорания. В: Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, Том 20, № 9,10, с. 138-145
2. АНДРЕЕВ, Д.В. и др. (2016) Экспериментальный стенд для исследования автомобильного биогазового ДВС. Журнал. В: Молодой учёный, № 1 (105), с.118-121.
3. ГОСТ 27577-2000. (2004). Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия. Введ. 01.01.2002. – М.: Изд-во стандартов.
4. ДИМОГЛО, А.В., ЧЕРНОБРИСОВ, С.Ф., АНИСИМОВ, И.Ф. ПАТЕНТ Приднестровской молдавской республики № 294, опубликовано 31.01.2005 г.
5. АНИСИМОВ, И.Ф., ЧЕРНОБРИСОВ, С.Ф., ДИМОГЛО, А.В. (2007). Период задержки воспламенения в газодизеле. Тракторы и сельскохозяйственные машины. В: Машиностроение, № 6, с. 19-20.

6. ДИМОГЛО, А.В., БУРМЕНКО, Ф.Ю. ПАТЕНТ Приднестровской молдавской республики № 524. (2020).
Способ регулирования мощности двигателя внутреннего сгорания.
7. ДИМОГЛО, А.В., БУРМЕНКО, Ф.Ю. ПАТЕНТ Приднестровской молдавской республики № 525. (2020).
Установка для исследования работы дизельных двигателей внутреннего сгорания

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ЧЕРНОБРИСОВ Сергей  <https://orcid.org/0000-0003-1480-6972>
кандидат технических наук, доцент кафедры Технических систем и электрооборудования в АПК,
Приднестровский Государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Республика Молдова
E-mail: dimoglo@rambler.ru

БУРМЕНКО Феликс Юрьевич  <https://orcid.org/0000-0001-9818-9750>
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Машиноведения и технологического
оборудования, Приднестровский Государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Республика Молдова
E-mail: burmenko@mail.ru

ДИМОГЛО Анатолий Владимирович  <https://orcid.org/0000-0002-3226-1200>
аспирант, старший преподаватель, заведующий кафедрой Технических систем и электрооборудования в
АПК, Приднестровский Государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Республика Молдова
E-mail: dimoglo@rambler.ru

Data prezentării articolului: 30.09.2020

Data acceptării articolului: 20.11.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321683

CZU: 636.92:611.65

SCHIMBĂRILE PERIODICE ALE PARAMETRILOR MORFOMETRICI AI APARATULUI REPRODUCTIV LA IEPUROAICE

Sergiu DIDORUC, Valeriu ENCIU

Abstract. In the last period in the Republic of Moldova the breeding of domestic rabbits has become a high-perspective livestock sector, in which more and more people are involved, every year. The transition to industrial growth of this species can lead to various complications in the reproduction process. The rabbit, being a species that acquires the reproductive qualities at a certain age, at a certain level of body development and reproductive organs, requires a special control in improving the reproductive process. Premature use of breeding females has harmful consequences for their bodies. Thus, the determination of the morpho-functional changes of age of the reproductive organs in rabbits will provide us with the valuable scientific-practical material which could be used for practical purposes, to avoid early or late use of females in reproduction and to correct the reproductive performance of animals.

Key words: Rabbit females; Reproductive organs; Morphometric changes; Physiological maturation.

Rezumat. În ultimul timp, în Republica Moldova, creșterea iepurilor de casă a devenit un sector de perspectivă al zootehniei, în care sunt implicați, din an în an, tot mai mulți oameni. Trecerea la creșterea industrială a acestei specii poate duce la apariția diferitor complicații în procesul de reproducere. Iepurele, fiind o specie care capătă calitățile de reproducere la o anumită vârstă și la un anumit nivel de dezvoltare corporală și a organelor de reproducere, necesită un control deosebit în îmbunătățirea procesului de reproducere. Utilizarea prematură a femelelor reproducătoare atrage după sine consecințe dăunătoare pentru organismul lor. Astfel, studiul schimbărilor morfofuncționale de vârstă ale organelor reproductive la iepuroaice ne vor asigura cu material științifico-practic valoros, care să fie folosit pentru a evita utilizarea precoce sau târzie a femelelor în reproducere și pentru corectarea performanțelor reproductive ale animalelor.

Cuvinte-cheie: Iepuroaice; Organe reproductive; Modificări morfometrice; Maturizare fiziologică.

INTRODUCERE

Cunicultura este o ramură zootehnică care se ocupă cu alimentația, creșterea, reproducerea și ameliorarea iepurilor de casă. În ultimii ani, în Republica Moldova, această ramură demonstrează o creștere intensivă pe plan industrial, asigurând necesitățile pieței de consum cu produse din carne de iepure.

În ciuda realizărilor obținute în creșterea industrială intensivă a acestei specii, cunicultorii se confruntă adesea cu diferite probleme de reproducere, dat fiind că tehnologiile aplicate de multe ori nu corespund principiilor și particularităților fiziologice specifice iepurilor. Utilizarea de către cunicultori a metodelor de creștere intensivă a iepurilor, cu ritmul de reproducere a femelelor semiintensiv sau foarte intensiv, conduce la apariția mai multor probleme la nivelul sistemului reproductiv al iepuroaicelor.

Din aceste considerente, o mare importanță în creșterea industrială a iepurilor o au controlul și îmbunătățirea proceselor de reproducere, luând în considerare particularitățile de maturizare sexuală și fiziologică a iepuroaicelor.

Reproducerea, la rândul ei, reprezintă una dintre cele mai complexe și actuale probleme în creșterea industrială a iepurilor. Studiul dezvoltării morfofuncționale a organelor de reproducere ale iepurilor va permite utilizarea datelor obținute în rezolvarea problemelor de corecție și gestionare a proceselor funcționale care se desfășoară la nivelul sistemului reproductiv al iepuroaicelor (Popovici, M., Budanțev, A. 2002; Морева, С.А. 2017).

Analizând datele din diferite surse bibliografice, am constatat că autorii consideră apariția maturizării sexuale la iepuroaice la vârsta de 3–3,5 luni (Bucătaru, N., Maciuc, V. 2009), la 4–5 luni (Балакирева, Н. А. 2007) și la vârsta de 5–6 luni (Бодур, И., Кривчанский, И. 1982). Însă cel mai important indice în determinarea timpului primei împerecheri se consideră greutatea corporală. Femelele pot fi împerecheate pentru prima dată când ating 75–80% din greutatea corporală a animalelor adulte (Bucătaru, N., Maciuc, V. 2009). Totodată, după datele unor autori, creșterea corporală a iepurilor se desfășoară până la 4-a lună. La această vârstă ei ajung la dimensiunile animalului matur, iar la 7-8 luni creșterea greutății corporale la iepurii se stopează (Бодур, И., Кривчанский, И. 1982).

Având în vedere că, în urma creșterii greutatei corporale, în organismul femelei se petrec modificări morfofuncționale ale sistemului reproductiv, unul dintre scopurile lucrării este determinarea vârstei optime de înșămânțare a iepuroaicelor, în condițiile de creștere industrială, în baza aspectului morfometric al elementelor aparatului reproductiv, a greutății și vârstei femelei. Datele obținute în cadrul acestui studiu vor asigura determinarea corectă de către cunicultori a vârstei optime de înșămânțare naturală sau artificială a iepurelui de casă și alegerea ritmului de reproducere a femelelor, cu evitarea ulterioară a complicațiilor de reproducere.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările științifice au fost efectuate în cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova, Facultatea de Medicină Veterinară, Catedra preclinică. Pentru cercetare au fost alese 45 de iepuroaice, clinic sănătoase, în perioada de dezvoltare postnatală, cu vârste cuprinse între 10 zile după fătare și 8 luni, câte 5 animale pentru fiecare vârstă. Materialul a fost preluat de la ferma cu creștere intensivă a iepurilor din satul Brăviceni, raionul Orhei.

În cadrul studiului au fost folosite: instrumentar anatomic (bisturie, ace de disecție, pensete ect.); șubler 31C628; lupă anatomică AFMA; aparat de fotografiat Samsung ES70; cântar RADWAG PS 210 R2. Înainte de sacrificare, animalele utilizate în scopuri de cercetare au fost eutanasiate conform cerințelor în vigoare. În scopul studiului, de la animale a fost extirpat sistemul reproductiv, care a fost supus analizei morfometrice.

Metoda morfometrică permite aprecierea ritmului de dezvoltare a organismului în normă sau în cazurile de apariție a semnelor de dezvoltare patologică. Este de menționat că parametrii liniari caracterizează foarte bine creșterea organelor (Aragón, H. J. et al. 2010; Didoruc, S. A. 2019; Dognon, J. T. et al. 2016; Автандилов, Г. Г. 1990).

În urma analizei morfometrice au fost apreciați următorii indici: masa corporală, lungimea corpului animal, masa ovarelor, parametrii liniari ai ovarelor, ai căilor uterine interne și ai organelor genitale externe.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În perioada de studiu, animalele examinate au fost crescute cu respectarea cerințelor privind alimentația și microclimatul în încăpere. Iepuroaicele au fost întreținute în cuști individuale. Pe parcursul cercetării, la fiecare vârstă examinată, animalele au fost supuse cântăririi și măsurărilor liniare ale corpului și ale compartimentelor aparatului reproductiv. În urma acestor măsurări s-au determinat anumite perioade ale creșterii masei corporale, după cum se observă din figura 1.



Figura 1. Perioadele de creștere a masei corporale

S-au evidențiat trei perioade de creștere a masei corporale. Prima perioadă cuprinde vârstele de la 10 zile până la 3 luni, iar creșterea masei zilnice constituie $32,13 \pm 0,81$ g. Perioada a doua cuprinde vârstele de la 3 până la 5 luni, cu creșterea zilnică a masei corporale de $24,61 \pm 1,40$ g, adică mai puțin cu 23,40% față de prima perioadă. A treia perioadă cuprinde vârstele de la 5 la 8 luni, iar creșterea masei corporale a fost de $11,04 \pm 0,49$ g pe zi, ceea ce înseamnă mai puțin cu 55,1% față de a doua perioadă de creștere și cu 65,6% față de prima perioadă.

În baza datelor obținute putem constata că creșterea intensivă a masei corporale la iepuroaice are loc la etapa de vârstă de la 10 zile până la 3 luni, apoi scade nesemnificativ, în perioada de la 3 până la 5 luni, de aproximativ 1,31 ori față de prima perioadă. Astfel, schimbările în creșterea masei corporale în perioada de la 10 zile până la 5 luni confirmă faptul că în organismul animalului se petrec diferite procese de dezvoltare a maturității sexuale, precum și procesele legate de maturizarea fiziologică. Totodată putem observa că, în a treia perioadă a dezvoltării corpului animal, creșterea masei corporale scade de 2,57 ori față de perioadele cuprinse între 10 zile și 5 luni. Această diminuare în creștere a masei corporale poate fi considerată o încetare a dezvoltării animalului către luna a 8-a.

Concomitent cu creșterea masei corporale, la animalele supuse cercetării s-au observat și modificările morfometrice ale aparatului reproductiv.

Organele genitale la iepuroaică sunt reprezentate de două ovare, căile genitale: oviducte, uterul de tip „uterus duplex”, format din două coarne lungi, independente, care se deschid separat în vagin sub forma de două canale cervicale, vaginul și vulva (Coțofan, V., Enciu, V. et al. 2007).

Ovarele sunt organele genitale feminine în care se desfășoară procesele de secreție exocrină, adică se formează ovulele și demarează secreția endocrină, care asigură sintetizarea și eliberarea hormonilor estrogeni și a progesteronului. Ovarele au o formă ovoidă și sunt suspendate pe mezenterul ovarian, poziționându-se asimetric în spatele rinichilor, ovarul drept mai cranial față de cel stâng.

Pe parcursul cercetării s-au observat modificări ale masei ovarelor și unele schimbări ale parametrilor morfometrici ai ovarelor, care variază în funcție de vârsta și greutatea corporală a animalului (Fig. 2 și 3).

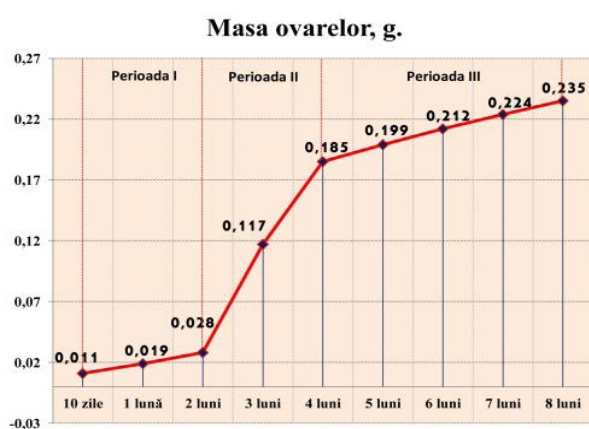


Figura 2. Perioadele de creștere a masei ovarelor

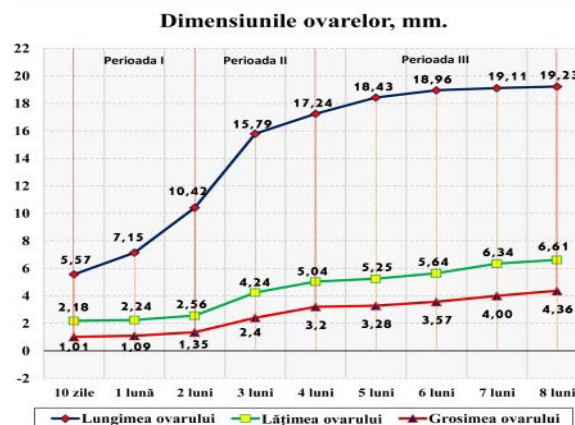


Figura 3. Parametrii morfometrici liniari ai ovarelor

Examinând datele prezentate în figura 2, observăm că și în cazul ovarelor pot fi evidențiate trei perioade de creștere. Prima perioadă cuprinde vârstele între 10 zile și 2 luni de dezvoltare postnatală și se caracterizează prin creșterea nesemnificativă a masei ovarelor. La începutul primei perioade, care corespunde vârstei de 10 zile, masa ovarelor a fost de $0,011 \pm 0,002$ g, dar la 2 luni aceasta era deja de $0,028 \pm 0,002$ g, adică s-a mărit cu 0,017 g sau de 2,54 ori. A doua perioadă cuprinde vârstele între 2 și 4 luni și se manifestă printr-o creștere intensivă a masei ovarelor, aceasta mărindu-se cu 0,157 g față de prima perioadă sau de 9,24 ori. După a patra lună, creșterea masei ovarelor la iepuroaice încetează. În perioada de dezvoltare postnatală cuprinsă între 4 și 8 luni, creșterea înregistrată a fost de doar 0,050 g. Așadar, conform datelor obținute, creșterea medie lunară a masei ovarelor a constituit: în prima perioadă – 0,0086 g; în a doua perioadă – 0,0786 g, ceea ce constituie o creștere de 815,2% față de perioada anterioară; în a treia perioadă – circa 0,0125 g, ceea ce este cu 84,07% mai puțin față de perioada a doua și cu 45,08% mai mult față de prima perioadă.

Pe parcursul studiului s-a luat în calcul și raportul procentual dintre masa corporală și masa ovarelor. Astfel, la vârsta de 10 zile, acest indicator constituie 0,005%, la o lună – 0,003%, la două luni – 0,002%, la 3 luni – 0,004%, la 4 luni – 0,005%, la 5 luni – 0,005%, la 6 luni – 0,004%, la 7 luni – 0,004% și la 8 luni – 0,004%. Rezultatul înregistrat pentru raportul dintre greutatea corporală și masa ovarelor în luna a doua, care este de 0,002%, poate

fi explicat prin creșterea sporită a masei corporale la această vârstă, de 2,81 ori față de femelele cu vârsta de o lună. Creșterea ulterioară a raportului dintre greutatea corporală și masa ovarelor și menținerea lui la un nivel de 0,004–0,005% se datorează sporului nesemnificativ al masei corporale și al masei ovarelor.

Concomitent cu creșterea masei ovarelor se observă și modificările morfometrice liniare ale dimensiunilor ovariene. Analizând datele prezentate în figura 3, se observă o creștere intensivă în lungime a ovarelor, care se desfășoară pe parcursul perioadei cuprinse între 10 zile și 3 luni. Astfel, la o lună, lungimea ovarelor se mărește cu 1,58 mm, la două luni – cu 3,28 mm, la 3 luni – cu 5,37 mm, adică se observă o tendință de intensificare a creșterii spre luna a 3-a. După acest termen se constată o scădere în creștere a lungimii ovarelor, care constituie 1,45 mm la 4 luni, cu aproximativ 73,0% mai puțin față de luna a 3-a. În luna a 5-a, creșterea în lungime este de 1,19 mm, cu o diminuare de creștere cu 17,9% față de luna a 4-a și cu 77,8% față de luna a 3-a. În luna a 6-a, creșterea este de 0,53 mm, cu o diminuare de creștere cu 55,5% față de luna a 5-a și cu 90,1% față de luna a 3-a. În luna a 7-a, creșterea este de 0,15 mm, cu o diminuare de creștere de 71,7% față de luna a 6-a și cu 97,2% față de luna a 3-a. În luna a 8-a, creșterea este de 0,12 mm, cu o diminuare de creștere de 20,0% față de luna a 7-a și cu 97,8% față de luna a 3-a.

Modificările lungimii ovarelor sunt însoțite și de anumite modificări ale lățimii și grosimii ovarelor. Acești parametri au aceeași tendință de schimbare ca și masa ovarelor. Astfel, în perioada de la 10 zile până la 2 luni, creșterea medie lunară a acestor parametri este următoarea: lățimea are o creștere de 0,19 mm, grosimea – de 0,17 mm în mediu pe lună. În ambele cazuri se observă o creștere mai intensivă între 2 și 4 luni. Așadar, lățimea crește, în mediu, cu 1,24 mm, ceea ce constituie o majorare de 552,6%, iar grosimea crește, în mediu, cu 0,93 mm pe lună, constituind o majorare de 447,1% față de prima perioadă. În următoarele perioade de vârstă, de la 4 până la 8 luni, lățimea și grosimea ovarelor cresc mai puțin: lățimea crește, în mediu, cu 0,39 mm, iar grosimea – cu 0,29 mm. Astfel, în perioada a treia, creșterea în lățime este cu 105,3% mai mare față de prima perioadă, iar creșterea în grosime cu – 70,6% mai mare. În același timp, aceste rezultate indică o diminuare a creșterii față de a doua perioadă – a lățimii cu 68,5% și a grosimii cu 68,8%.

Datele obținute ne permit să afirmăm că sporirea cea mai evidentă a masei și a dimensiunilor ovarelor se observă în perioada de la a 2-a până la a 4-a lună de dezvoltare postembrionară.

Un studiu important s-a efectuat și în ceea ce privește examenul morfometric al căilor genitale, din care fac parte oviductele, uterul, vaginul și vestibulul vaginal.

Trompa uterină sau oviductul reprezintă un organ par, de forma unui conduct musculomembranos, îngust, flexuos, dispus între foițele seroase ale mezosalpinxului.

În perioada de dezvoltare postembrionară, oviductele suportă modificări morfometrice atât la nivelul lungimii lor, cât și al lățimii (Fig. 4).

Conform datelor prezentate în figura 4, schimbările morfometrice liniare ale oviductului încep cu o creștere de 34,07 mm în lungime și de 0,44 mm în lățime în prima perioadă (10 zile–2 luni). Ulterior, în perioada a doua (2–4 luni), se observă o sporire a creșterii în lungime și în lățime de 2,24 și, respectiv, de 2,99 ori, ceea ce înseamnă cu 76,27 mm în lungime și cu 1,31 mm în lățime mai mult față de prima perioadă de creștere. În perioada a 3-a, de la 4 până la 8 luni de dezvoltare postnatală, constatăm o încetinire a creșterii în lungime și în grosime a oviductelor, parametrii mărindu-se cu 8,82 mm și, respectiv, cu 0,36 mm. Creșterea medie lunară în prima perioadă este de 17,03 mm în lungime și de 0,22 mm în lățime. În a doua perioadă, creșterea medie lunară în lungime constituie 38,14 mm, iar în lățime – 0,66 mm, ceea ce echivalează cu 124,0% creștere în lungime și cu 200% creștere în lățime față de prima perioadă. În a treia perioadă, creșterea medie constituie 2,20 mm în lungime și 0,09 mm în lățime. Astfel, creșterea în lungime scade cu 94,23%, iar în lățime – cu 86,36% față de a doua perioadă și cu 87,1% în lungime și cu 59,1% în lățime față de prima perioadă.

Uterul iepuroaice este format din două coarne lungi, ce se deschid în vagin separat, prin două canale cervicale. Având în vedere acest aspect, fiecare corn reprezintă uterul propriu-zis, care, pe tot traiectul său, se fixează prin intermediul ligamentelor largi de pereții cavității pelvine la intrare în bazin. Lungimea și lățimea acestui organ variază de la o perioadă de dezvoltare postembrionară la alta. Astfel, la iepuroaice, în procesul de dezvoltare a uterului se petrec diferite modificări care cuprind, pe de o parte, o creștere esențială a parametrilor morfometrici și, pe de altă parte, o scădere considerabilă a dezvoltării acestor parametri (Fig. 5).

Conform datelor din figura 5, în prima perioadă de dezvoltare, creșterea în lungime a uterului constituie 29,5 mm, cu o creștere lunară de circa 14,75 mm. În perioadele a doua

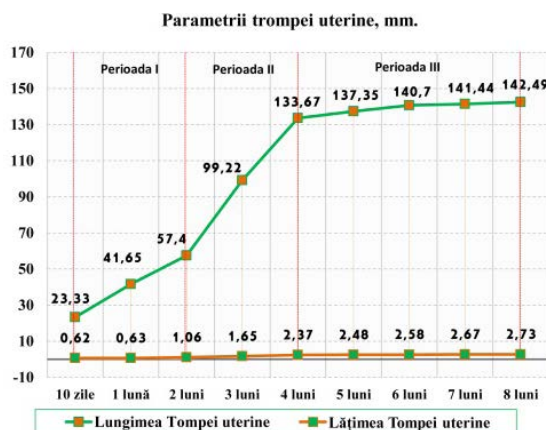


Figura 4. Parametrii morfometrici liniari ai trompei uterine

și a treia se petrec anumite transformări morfologice ale dezvoltării uterului, care asigură așa-numitul metamorfism fiziologic în urma căruia uterul se micșorează în lungime. Acest fapt asigură uterului o poziționare corectă în regiunea osului pubis în perioada repausului fiziologic. Analizând perioada a doua, observăm că, la începutul ei, la vârsta cuprinsă între 2-3 luni, creșterea în lungime se intensifică și constituie 45,79 mm, tot aceasta fiind și media lunară, ceea ce este cu 210,4% mai mult față de media lunară din prima perioadă. La sfârșitul perioadei a doua, care cuprinde vârsta de 3-4 luni, se atestă o creștere în lungime cu 20,43 mm sau cu 38,5% față de prima perioadă, dar și o micșorare în lungime cu 25,36 mm sau 55,38% față de începutul perioadei a doua. În perioada a treia se observă o micșorare continuă a lungimii uterului. Astfel, această micșorare a constituit 10,01 mm (2,5 mm în mediu pe lună) sau 87,8% față de sfârșitul perioadei a doua. Sub aspect topografic, aceste modificări ale lungimii uterului sunt asigurate prin reducerea anselor pe tot traiectul organului.

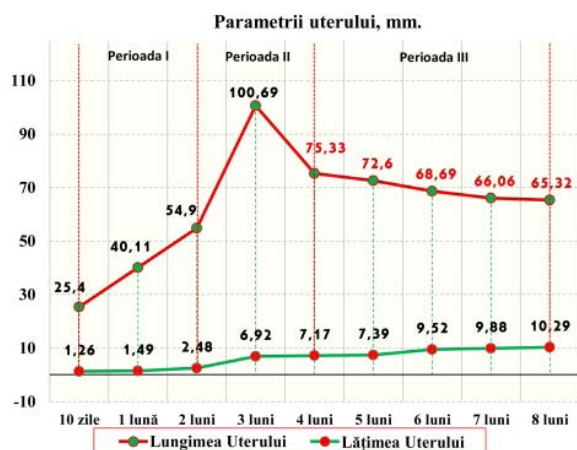


Figura 5. Parametrii morfometrici liniari ai uterului

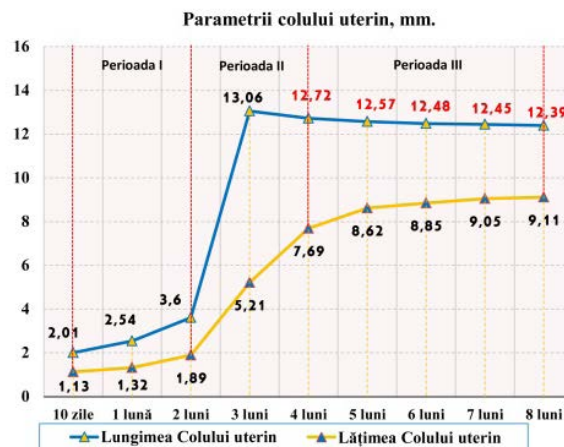


Figura 6. Parametrii morfometrici liniari ai colului uterin

Odată cu schimbarea lungimii uterului se observă o modificare periodică și a lățimii acestui organ. Așadar, în prima perioadă, creșterea în lățime a uterului constituie 1,22 mm sau 0,61 mm lunar. În a doua perioadă, lățimea s-a majorat cu 4,69 mm, media lunară constituind 2,35 mm, ceea ce arată o creștere cu 285,2% față de prima perioadă. A treia perioadă se caracterizează printr-o creștere medie lunară a lățimii de circa 0,78 mm, ceea ce constituie o micșorare cu 66,8% față de a doua perioadă și o majorare cu 27,9% față de prima perioadă. Constatăm, așadar, că tendința de creștere în lățime a uterului se păstrează în toate trei perioade, ceea ce nu s-a observat la creșterea în lungime a acestui organ.

O asemenea modificare a parametrilor morfologici liniari putem constata și cu referire la procesul de dezvoltare a colului uterin (Fig. 6).

Colul uterin reprezintă porțiunea caudală a uterului, care stabilește legătura dintre coarnele uterine și vagin. În perioada de repaus fiziologic și gestație, colul uterin blochează trecerea agenților patogeni/obiectelor străine din cavitatea vaginului în cavitatea intrauterină. În momentul fătării, împreună cu uterul, participă la expulzarea fătului din cavitatea uterină spre cavitatea vaginului, în așa mod ușurând procesul de fătare.

Creșterea în lungime a acestui segment al aparatului genital feminin are loc asemănător dezvoltării uterului. Analizând datele prezentate în figura 6, observăm că, în prima perioadă de dezvoltare, creșterea în lungime este de 1,60 mm, cu media lunară de 0,80 mm. Așadar, la începutul perioadei a doua, la vârsta de 2-3 luni, creșterea era de 9,46 mm, ceea ce constituie o majorare cu 1082,5% față de media din prima perioadă. La sfârșitul perioadei a doua, la vârsta de 3-4 luni, s-a observat o micșorare cu 0,34 mm față de lungimea de la începutul perioadei, ceea ce constituie o scădere cu 3,59%. În același timp se confirmă faptul creșterii lungimii cu 9,12 mm sau cu 1040% față de prima perioadă. În perioada a treia, tendința de descreștere a lungimii colului uterin față de perioada a doua se păstrează și, către a 8-a lună, prezintă o descreștere de 0,33 mm, cu o medie lunară de 0,08 mm, ceea ce constituie 99,1%, dar se păstrează creșterea în lungime a colului uterin față de prima perioadă.

Creșterea în lățime a colului uterin este de 0,76 mm în prima perioadă, cu media lunară de 0,38 mm. În a doua perioadă, lățimea a crescut cu 5,8 mm, ceea ce constituie 2,9 mm lunar și o creștere de circa 663,20% față de media din prima perioadă. Perioada a treia se manifestă prin creșterea cu 1,42 mm pe

tot termenul de studiu și cu 0,36 mm lunar, astfel prezentând o diminuare cu 87,6% față de creșterea în a doua perioadă și cu 5,3% față de prima perioadă de dezvoltare a colului uterin.

Așadar, micșorarea în lungime a colului uterin este în strictă legătură cu procesele fiziologice care au loc în a doua perioadă de dezvoltare postnatală a organelor genitale feminine la iepuroaice.

O altă particularitate de dezvoltare a sistemului reproductiv la iepuroaice este procesul de ovulație, care apare numai în cazul excitațiilor neurohumorale provocate în urma actului sexual. Luând în considerare acest fapt, analiza parametrilor morfometrici și de vârstă ai vaginului și ai vulvei vor asigura datele necesare pentru aprecierea corectă a maturității fiziologice a aparatului reproductiv la iepuroaice.

Vaginul reprezintă porțiunea terminală a căilor genitale feminine, care formează, împreună cu vulva, organul copulator femel. La iepuri, vaginul este ca un tub lung cu pereții groși și este dispus între canalele cervicale și vulvă. Pe fața ventrală a vaginului se deschide uretra, care delimitează vaginul în două părți: vaginul propriu-zis și vestibulul vaginal.

Modificările morfometrice liniare care însoțesc dezvoltarea postembrionară a vaginului sunt prezentate în figurile 7 și 8.

În baza datelor obținute în urma examinării morfometrice a sistemului reproductiv la iepuroaice (Fig. 7), constatăm că creșterea în lungime și lățime a vaginului se desfășoară cu anumite schimbări morfometrice în toate trei perioade de creștere. Pentru a menționa schimbările creșterii în lungime, vor fi descrise toate vârstele care fac parte din prima și a doua perioadă de dezvoltare. Observăm că, în prima lună, lungimea a crescut cu 0,61 mm sau cu 2,5% față de începutul studiului. În luna a 2-a, acest parametru era de 22,57 mm, cu 90,1% mai mult, în luna a 3-a – 6,57 mm, cu 13,8% mai mult, în luna a 4-a – 20,55 mm, cu 37,9% mai mult. În următoarea perioadă, de la a 4-a până la a 8-a lună, creșterea în lungime se diminuează și rămâne la nivelul mediu de circa 2,16 mm, ceea ce constituie o medie de creștere lunară de 2,9%.

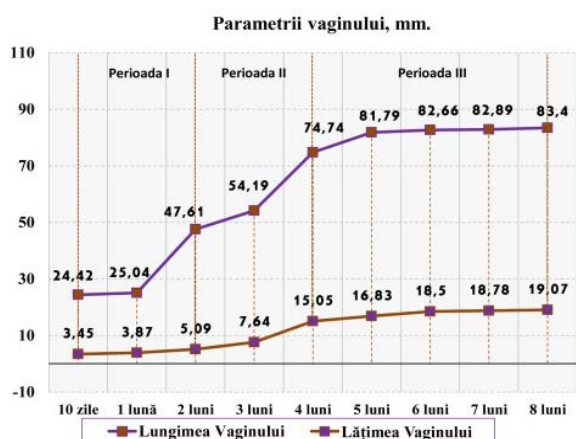


Figura 7. Parametrii morfometrici liniari ai vaginului

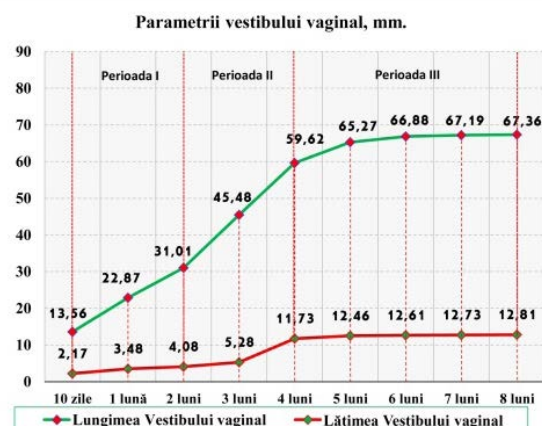


Figura 8. Parametrii morfometrici liniari ai vestibulului vaginal

În urma analizei acestor date se observă o proporționalitate între dezvoltarea în lungime a uterului și a colului uterin și dezvoltarea în lungime a vaginului. Acest fapt se remarcă în luna a 3-a, când lungimea uterului și a colului uterin se mărește intensiv, iar creșterea vaginului se micșorează. Ulterior, de la a 3-a până la a 8-a lună, lungimea uterului și a colului uterin se micșorează, iar lungimea vaginului este în continuă creștere.

În ceea ce privește creșterea în lățime a vaginului la iepuroaice, organul păstrează aceeași tendință de creștere ca și celelalte segmente ale aparatului genital. În prima perioadă, lățimea crește cu 1,65 mm, media lunară constituind 0,82 mm. În perioada a doua, lățimea a crescut cu 9,95 mm, media lunară fiind de 4,98 mm, ceea ce constituie o creștere cu 507,31% față de prima perioadă. În perioada a treia, media lunară s-a păstrat la nivelul de 1,01 mm, ceea ce constituie o diminuare a creșterii cu 79,7% față de media din perioada a doua și o majorare cu 23,17% față de prima perioadă de dezvoltare.

Vestibulul vaginal este continuitatea vaginului și se termină la rădăcina cozii prin orificiul vulvar. Ca și la celelalte segmente ale sistemului reproductiv, formarea vestibulului vaginal este însoțită de modificări morfometrice liniare în toate perioadele de dezvoltare a sistemului genital.

Conform datelor prezentate în figura 8, creșterea în lungime a acestui compartiment al aparatului genital feminin constituie, în prima perioadă, 17,45 mm, cu media lunară de 8,73 mm. În perioada a doua,

creșterea în lungime a atins 28,61 mm, cu media lunară de 14,31 mm, ceea ce constituie o majorare de 63,9% față de prima perioadă. Perioada a treia se caracterizează printr-o încetinire a creșterii, aceasta constituind o medie lunară de 1,94 mm, ceea ce este cu 86,44% mai puțin decât în perioada a doua și cu 77,8% mai puțin decât în prima perioadă de dezvoltare.

Creșterea în lățime a vestibulului vaginal constituie, în prima perioadă, 1,91 mm, cu media lunară de 0,96 mm. În perioada a doua, lățimea a crescut cu 7,66 mm, media lunară constituind 3,83 mm, cu 299,0% mai mult față de media lunară din prima perioadă. În perioada a treia, lățimea a crescut cu 1,08 mm, media lunară fiind de 0,27 mm, ceea ce înseamnă o diminuare cu circa 93,0% față de perioada a doua și cu 71,9% față de prima perioadă.

CONCLUZII

Analizând datele obținute în urma examinării parametrilor morfometrici ai aparatului reproductiv la iepuroaice, constatăm că maturizarea sexuală și dezvoltarea fiziologică a organismului femelei se intensifică anume în perioadele cuprinse între 2 și 4 luni de dezvoltare postnatală.

Micșorarea lungimii uterului este asigurată prin dispariția anselor uterului și prin creșterea în lățime și, ca urmare, îngroșarea peretelui uterin, astfel asigurându-se poziționarea fiziologică corectă a aparatului reproductiv în perioada repausului fiziologic.

Analizând tendința de creștere a masei corporale, a organelor reproductive și stabilirea maturității sexuale la iepuroaice, putem recomanda ca utilizarea femelelor în reproducere să fie efectuată numai la atingerea valorii maxime de creștere a masei corporale.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ARAGÓN, H.J., SUÁREZ, S.J., PÉREZ-MARTÍNEZ, M. (2010) Morphometric characteristics of female reproductive organs of New Zealand rabbits with different body weight in peripuberal period of transition. In: Veterinaria Mexico, vol. 41 (3), pp. 211-218. ISSN 0301-5092.
2. BUCĂȚARU, N., MACIUC, V., (2009). Afaceri în creșterea iepurilor de casă și animalelor de blană. Chișinău: Tipografia Centrală. 104 p. ISBN 978-9975-78-761-1.
3. COȚOFAN, V., ENCIU, V. et al. (2007). Anatomia animalelor domestice, Vol. 2: Organologie. Timișoara: Ed. Orizonturi Universitare. 476 p. ISBN 978-973-638-325-0.
4. DIDORUC, S.A. (2019). Modificări morfometrice ale sistemului reproductiv la iepuroaice în perioada maturizării sexuale postnatale. In: Lucrări științifice, UASM, vol. 54: Medicină Veterinară, pp. 213-218. ISBN 978-9975-64-310-8.
5. DOUGNON, J.T. et al. (2016). Effect of Annona senegalensis leaves on morphometric parameters of reproductive organs in rabbits. In: Phytopharmacology, vol.5(3). Abomey-Calavi. pp. 122-125. ISSN 2230-480X.
6. POPOVICI, M., BUDANȚEV, A. (2002). Obstetrică veterinară, ginecologie și biotehnologii în reproducția animalelor. Chișinău: Ed. Litera. 589 p. ISBN 9975-74-354-4.
7. АВТАНДИЛОВ, Г.Г. (1990). Медицинская морфометрия. Москва: Изд. "Медицина". 384 с.
8. БАЛАКИРЕВА, Н.А. (2007). Кролиководство. Москва: Изд. Колос. 232 с. ISBN 978-5-9532-0578-8.
9. БОДУР, И., КРИВЧАНСКИЙ, И. (1982). Приусадебное кролиководство. Кишинёв: Картея молдовеняскэ. 168 с.
10. МОРЕВА, С.А. (2017). Морфология репродуктивной системы крольчих. In: Молодежь и наука, N4. ISSN 2308-0426. Available: <http://min.usaca.ru/issues/59/articles/2691>.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

DIDORUC Sergiu

lector universitar, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: sergiu272011@mail.ru

ENCIU Valeriu

doctor habilitat, profesor universitar, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: enciu@bk.ru

Data prezentării articolului: 29.04.2020

Data acceptării articolului: 15.09.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321689

CZU: 619:616.98:578.826.2:636.32/.38

PARAZITOTZELE HEPATICE CA FACTORI DECLANȘATORI AI COLELITIAZEI LA OVINE

Nicolae NAFORNIȚA, Ilie CERCEL

Abstract. The main objective was to investigate the cases of cholelithiasis in sheep and to identify the etiological and pathogenic links between the formation of calculi and the parasitism in sheep with parasitic diseases: fasciolosis, dicrocoelosis and echinococcosis/hydatidosis or other pathological conditions in the liver (liver abscesses). Another purpose was to describe macroscopic and topographic criteria of the calculi/uroliths in the affected liver. In total, the liver was examined in 175 sheep, from 2 to 5 years old, clinically healthy, randomly selected and slaughtered. All visible concretions detected in the ducts and gall bladder were considered as calculi/uroliths (stones). The macroscopic examination of the liver of slaughtered sheep revealed that, 46 organs were normal, 28 were infested with *Fasciola hepatica*, 32 were infested with *Dicrocoelium dendriticum*, 25 presented a mixed infestation by *D. dendriticum* and *F. hepatica*, 20 organs had hydatid cysts and were infested with *Echinococcus granulosus* larvae and had liver abscesses, and in 24 organs there were *F. hepatica*, *D. dendriticum* and *E. granulosus* larvae. Biliary calculi were detected in 40 examined organs. 16 livers had pigment stones and the stones in 24 livers were formed of cholesterol. The incidence of cholelithiasis was significantly higher in the organs infested with trematodes compared with the rest of the detected pathological conditions, and the infestation with *F. hepatica* and *D. dendriticum* proved to be major risk factors for the appearance of cholelithiasis in sheep.

Key words: Sheep; Liver; Bile duct; Cholelithiasis; Aetiology; Liver parasitoses.

Rezumat. Obiectivul principal urmărit a fost investigarea cazurilor de colelitiază la ovine și identificarea legăturilor etiologice și patogenice între formarea calculilor și bolile parazitare la ovine: fascioleza, dicrocelioza și echinococoza/hidatidoză sau alte stări patologice la ficat (abcese hepatice). Au fost descrise unele criterii macroscopice și topografice ale calculilor în ficatul afectat. În total s-a examinat ficatul la 175 de ovine, cu vârsta de la 2 până la 5 ani, clinic sănătoase, alese aleatoriu și sacrificate. Toate concremențele vizibile din canale și vezica biliară depistate au fost considerate calculi (pietre). În urma unui examen macroscopic al ficatului ovinelor sacrificate s-au constatat 46 de organe normale, 28 de organe parazitare cu *Fasciola hepatica*, 32 parazitare cu *Dicrocoelium dendriticum*, 25 de organe cu o formă mixtă de *D. dendriticum* și *F. hepatica*, 20 de organe cu chisturi hidatice, parazitism cu *E. granulosus* larvae și abcese hepatice, 24 de organe cu *F. hepatica*, *D. dendriticum* și *E. granulosus* larvae. Calculi au fost depistați la 40 de organe examinate, 16 calculi fiind de origine pigmentară și 24 din colesterol. Incidența colelitiazei a fost semnificativ mai mare la organele infestate cu trematode comparativ cu restul situațiilor patologice depistate, iar infestarea cu *F. hepatica* și *D. dendriticum* s-a dovedit a fi un factor de risc major pentru apariția colelitiazei la ovine.

Cuvinte-cheie: Ovine; Ficat; Canal biliar; Colelitiază; Etiologie; Parazitoze hepatice.

INTRODUCERE

Colelitiaza, ca proces morfopatologic la ovine, nu este frecvent întâlnită în practica clinică. Calculii la ficat (canale și vezică biliară) sunt depistați mai des la animalele sacrificate, dar există date în literatura de specialitate care semnalează, în unele țări, prezența colelitiazei în rândul ovinelor sănătoase din punct de vedere clinic.

În majoritatea cazurilor raportate și disponibile pentru cercetători, calculii la ficat sunt observați, de regulă, la vezica biliară și, din punct de vedere al componenței lor chimice, sunt clasificați ca calculi pigmentari (Petruzzi, J. et al. 1988; Cavallini, A. et al. 1991).

Patogeneza și mecanismul formării calculilor biliari la ovine nu sunt deplin elucidate. Unii cercetători susțin că apariția calculilor este legată de creșterea concentrației bilirubinei totale în componența bilei și de prezența unor procese de deconjugare bacteriană a acizilor biliari (Cavallini, A. et al. 1991). Nu există totuși, la momentul actual, nicio explicație de ordin științific care ar face o corelare între cazurile de colelitiază și incidența bolilor hepatice, în special a bolilor parazitare cu localizare hepatică.

Conform datelor prezentate de cercetătorii din domeniul medicinei umane, prezența pietrelor intra-hepatice mici, multiple este condiționată de mai mulți factori, printre care și stările morbide legate de parazitismul hepatic, mai ales cel cu fascioleză cronică (Valero, M. et al. 2003). Mai mult ca atât, unii cercetători afirmă că colelitiaza este cea mai frecventă situație patologică ce însoțește pacienții umani cu chisturi hidatice hepatice (Mergen, H. et al. 2007).

Având în vedere că parazitismul cu trematodele hepatice *F. hepatica* și *D. dendriticum* și prezența chisturilor hidatice produse de *E. granulosus larvae* sunt destul de frecvente la ovine atât la nivel global, cât și în țara noastră (Theodoropoulos, G. et al. 2002; Christodoulouopoulos, G. et al. 2008; Zgardan, E. 1974; Tălămbuța, N. 1995; Cercele, I. 1997; Erhan, D. 2010; Nafornița, N. et al. 2018), există posibilitatea și pericolul ca aceste entități nosologice să acționeze ca factori predispozanți pentru declanșarea și evoluția colelitiarei la ovine (Katsoulos, P.D. et al. 2011).

Calculii hepatici se clasifică după mai multe criterii și semne caracteristice. Una dintre clasificări se bazează pe localizarea anatomică: calculi ai vezicii biliare și calculi ai canalelor biliare (Kim, I. et al. 2003). După alți cercetători, calculii se disting după aspectul exterior: calculi cu aspect muriform sau cu forme neregulate, de diferite dimensiuni, cu o consistență moale sau ușor elastică și culoarea de la alb până la galben, numiți *calculi de colesterol* (Kim, I. et al. 2003), și calculi care, de regulă, sunt mai mici, rar de dimensiuni mari, la culoare sunt întunecați (negri sau maro) și au consistența dură, asemănătoare pietrelor, numiți *calculi de pigmenți biliari* (pigmentari) (Stewart, L. et al. 2002).

Scopul investigațiilor efectuate constă în studiul și analiza cazurilor depistate de colelitiară la ovinele examinate și identificarea corelației dintre formarea calculilor hepatici și situațiile de parazitism (mono- sau poli-) sau alte situații de perturbare a funcțiilor hepatice (abcesele hepatice).

Un obiectiv secundar urmărit a fost determinarea principalelor criterii de descriere a caracteristicilor morfologice, macroscopice ale calculilor cu localizare hepatică (tipul și locația).

MATERIALE ȘI METODE

Studiul efectuat s-a axat pe examinarea ficatilor recoltați de la 175 de animale cu vârsta de la 2 până la 5 ani, aparent clinic sănătoase, alese aleatoriu pentru sacrificare în abator.

Examinarea ovinelor s-a efectuat în incinta abatorului SRL „Tehnostel-Car” (orașul Hâncești), în cadrul a 5 vizite efectuate la abator în perioada 2017–2019. Imediat după sacrificarea animalelor, ficatul a fost colectat, etichetat (individualizat) și supus unui examen macroscopic, cu înregistrarea tuturor leziunilor observate.

La examenul macroscopic al ficatului, în cazul *fasciolozei* s-au identificat următoarele modificări morfopatologice: organul este mărit în volum, culoarea e de la cafeniu-deschis până la galben lutos, consistența ridicată, la secționare se simte o rezistență moderată din partea țesutului hepatic și se aude un sunet caracteristic de scârțâit. Canalele biliare prezintă modificări traduse prin hipertrofia pereților și depistarea unui număr variabil de organisme parazitare. Modificările instalate sunt consecința unei inflamații fibroase, care corespunde unui stadiu evolutiv subacut de debut al bolii (Olariu-Jurcă, A. et al. 2018; Nafornița, N. et al. 2018).

În alte situații de fascioloză, analizat macroscopic, organul apare micșorat în volum, cu suprafața neregulată și capsula ficatului albicioasă și îngroșată, cu nuanțe de culoare a parenchimului de la galben până la galben-verzui și consistență ușor elastică, iar la secționare se aude un sunet de scârțâit și se opune o rezistență mare. Aceste modificări sunt atribuite cirozei hepatice atrofice (faza cronică) (Olariu-Jurcă, A. et al. 2018; Nafornița, N. et al. 2018).

În cazul *dicroceliozei*, la examenul macroscopic al ficatului s-au depistat următoarele modificări morfologice: organul prezintă tumefiere și creștere în volum, are suprafața neregulată, boselată, cu striuri de culoare albă; la secționare, canalele biliare apar cu pereții hipertrofiați, iar în profunzimea organului se identifică o dezvoltare exagerată a stromei interlobulare, ceea ce indică *regenerarea fibroasă a organului*. În lumenul canalelor biliare s-au depistat cantități variabile, considerabile de paraziți (Olariu-Jurcă, A. et al. 2018; Nafornița, N. 2018).

În cazul organelor cu *chisturi hidatice* s-a observat că, la ovine, aceste formațiuni au adventicea mai groasă și sunt mai mici în volum în comparație cu chisturile de la bovine. Hidatidele sunt localizate atât la suprafața organului, cât și în profunzimea lui. Numărul chisturilor hidatice la organe diferă de la caz la caz, iar în zonele adiacente chisturilor se observă o multiplicare a țesutului conjunctiv și comprimarea țesutului hepatic, care capătă o culoare cafenie cu nuanță fumurie (Nafornița, N. 2018).

După efectuarea examenului macroscopic, vezica biliară și canalele biliare mari și medii au fost secționate cu bisturiul și examinate atent sub aspectul prezenței calculilor, înregistrându-se toate cazurile identificate. Toate concrementele vizibile din vezica și canalele biliare au fost considerate cal-

culi, indiferent de diametrul lor. După identificare, calculii au fost împărțiți în două categorii în baza următoarelor criterii:

- după localizarea anatomică – calculi ai vezicii biliare și ai canalelor biliare;
- după aspectul exterior – pietre cu forma neregulă sau aspect muriform, diametru cu volum divers, consistența variază de la moale la ușor elastic, culoarea cu nuanță de la alb spre galben- calculi de colesterol (CC) și calculi cu diametrul în general mic, uneori și cu dimensiuni mari, culoare întunecată: cafenie sau neagră, consistență de regulă dură, uneori și fărâmicioasă - calculi de pigmenți biliari (pigmentari) (CP).

După leziunile macroscopice depistate în timpul examinării ficatului la ovinele sacrificate, organele au fost împărțite în 6 grupe:

1. grupul cu ficat normal, fără nicio leziune macroscopică;
2. grupul ovinelor infestate cu *F. hepatica*;
3. grupul de ovine parazitare cu *D. dendriticum*;
4. grupul de ovine cu poliinvazie provocată de *F. hepatica* și *D. dendriticum*;
5. grupul de organe cu poliinvazie de *F. hepatica*, *D. dendriticum* și *E. granulosus larvae*;
6. grupul de ovine în al căror ficat au fost identificate chisturi hidatice provocate de *E. granulosus larvae* sau abcese.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

După examinarea macroscopică a ficatului la cele 175 de ovine sacrificate au fost înregistrate următoarele rezultate: 46 de organe aveau criterii morfologice normale, 28 de organe erau parazitare cu *F. hepatica*, 32 erau parazitare cu *D. dendriticum*, 25 de organe erau parazitare cu o formă mixtă de *D. dendriticum* și *F. hepatica*, 24 de organe au fost depistate cu *F. hepatica*, *D. dendriticum* și *E. granulosus larvae*, iar 20 de organe au prezentat chisturi hidatice, ceea ce echivalează cu parazitism cu *E. granulosus larvae* și abcese hepatice (Tabelul 1).

Tabelul 1. Rezultatul examenului macroscopic al ficatului

Rezultatul examenului macroscopic al ficatului	Numărul organelor afectate (n = 175)
Normal	46
<i>Fasciola hepatica</i>	28
<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	32
<i>D. dendriticum</i> și <i>F. hepatica</i>	25
<i>F. hepatica</i> , <i>D. dendriticum</i> și <i>E. granulosus larvae</i>	24
<i>E. granulosus larvae</i> /chist hidatic și abcese hepatice	20

Calculii depistați la 40 dintre organele de ficat examinate macroscopic se împart, după compoziția chimică, în 16 calculi de origine pigmentară și 24 de calculi formați din colesterol (Tabelul 2).

Tabelul 2. Numărul de organe cu colelitiara (n = 40) și distribuția calculilor depistați, în funcție de tipul acestora (CC: pietre de colesterol; CP: pietre de pigment) și locația lor (pietre vezicale, pietre canaliculare), în fiecare stare patologică hepatică studiată

Starea fiziologică a ficatului	Ficați cu calculi	Caracteristicile macroscopice ale calculilor depistați, mediu/per organ	
		Tipul	Localizare
Normal	1	CC (n = 1)	Pietre vezicale (n = 1)
<i>Fasciola hepatica</i>	10	CP (n = 10)	Pietre canaliculare (n = 10)
<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	16	CC (n = 10)	Pietre vezicale (n = 6)
		CP (n = 6)	Pietre vezicale și canaliculare (n = 4)
<i>F. hepatica</i> / <i>D. dendriticum</i>	7	CC (n = 7)	Pietre vezicale (n = 7)
<i>F. hepatica</i> / <i>D. dendriticum</i> / <i>E. granulosus larvae</i>	6	CC (n = 6)	Pietre vezicale (n = 6)
<i>E. granulosus larvae</i> /chist hidatic și abcese hepatice	0	–	–

Tabelul 3. Numărul de organe (%) cu calculi (n=175) la fiecare afecțiune patologică hepatică evaluată și riscul relativ pentru dezvoltarea colelitiarei (n=40)

Starea fiziologică a ficatului	Ficați cu calculi	Organe cu calculi, %	Risc relativ
Normal (n = 46)	1	0,6	2,5
<i>F. hepatica</i> (n = 28)	10	5,7	25,0
<i>D. dendriticum</i> (n = 32)	16	9,1	40,0
<i>F. hepatica</i> / <i>D. dendriticum</i> (n = 25)	7	4,4	17,5
<i>F. hepatica</i> / <i>D. dendriticum</i> / <i>E. granulosus larvae</i> (n=24)	6	4,0	15,0
<i>E. granulosus larvae</i> / chist hidatic și abcese hepatice (n=20)	0	0	0

Procentual, calculii biliari depistați la 40 de organe constituie 22,9%.

După localizare, calculii s-au repartizat în felul următor: pietre ale vezicii biliare s-au depistat la 20 dintre organele examinate (50%), calculi ai canalelor biliare s-au identificat la 16 organe (40%), pietre cu localizare vezicală și canaliculară – la 4 din cele 40 organe studiate (10%).

După componența chimică, calculii s-au împărțit în calculi de colesterol (CC) – în 24 de cazuri din cele 40 analizate (60%), și calculi pigmentari (CP) – în celelalte 16 organe (40%).

Examinarea minuțioasă a calculilor identificați și a tipului de localizare în organul afectat a relevat că toate pietrele localizate în vezica biliară sunt de natură colesterinică (CC), în timp ce calculii canalelor biliare sunt de origine pigmentară (CP). În celelalte 4 cazuri, cu localizare atât vezicală, cât și canaliculară, calculii sunt de proveniență colesterinică (CC) (Tabelul 2).

O analiză simplă a datelor obținute demonstrează că mai afectate sunt grupele de ovine la care s-au depistat boli parazitare provocate de trematode, prin invazia cu *D. dendriticum* și *F. hepatica*, riscul de apariție a colelitiarei la acestea fiind de 9,1% și, respectiv, 5,7%, mai mare în comparație cu animalele cu alte stări nosologice sau cu organe normale. La o invazie mixtă, cu *F. hepatica* și *D. dendriticum* sau cu *F. hepatica*, *D. dendriticum* și *E. granulosus larvae*, riscul dezvoltării calculilor este de 4,4% și, respectiv, 4,0%. Datele furnizate de studiul nostru indică un risc de formare a calculilor de 0,6% la ficatul cu caractere organoleptice aparent normale, iar în cazul ficatului cu *E. granulosus larvae*/chist hidatic și cu abcese hepatice riscul este egal cu 0% (Tabelul 3).

Cazurile identificate cu abcese hepatice din studiul nostru au fost atribuite la cele cu invazie cu *E. granulosus larvae*/chist hidatic, deoarece un urma examenului macroscopic al structurii membranelor abcesului au fost identificate caractere asemănătoare cu cele ale unui chist hidatic (adventicea, cuticula, membrana proliferă) și am presupus o invadare a chistului cu germeni bacterieni producători de puroi (stafilococi, streptococi etc).

Calculii din ficatul ovinelor cu caractere macroscopice normale, al celor cu *F. hepatica*/*D. dendriticum* și cu *F. hepatica*/*D. dendriticum*/*E. granulosus larvae* au fost de origine colesterinică (CC). Calculii depistați în grupul ovinelor la care ficatul a manifestat semne macroscopice de infestare cu *F. hepatica* au fost de proveniență pigmentară (CP). Ficații ovinelor cu manifestări macroscopice de infestare cu *D. dendriticum* au avut calculi de natură colesterinică (10) și pigmentară (6).

În studiile de specialitate efectuate anterior cu referire la localizarea calculilor la ficat în cazul unor parazitoze cu localizare hepatică era descrisă posibilitatea dezvoltării acestor formațiuni doar în vezica biliară (Petruzzi, J. et al. 1988; Cavallini A. et al. 1991).

Studiul nostru s-a axat atât pe examinarea vezicii biliare, cât și a canalelor biliare, fapt care explică procentul mare al ficaților cu colelitiară înregistrat de noi, în comparație cu datele raportate anterior (Petruzzi, J. et al. 1988; Cavallini A. et al. 1991). Cercetări și rezultate similare s-au obținut în studiile efectuate de Z. Khaki (2005) și P.D. Katsoulos et al. (2011).

În toate cazurile de colelitiară la ovine raportate în literatură (Petruzzi, J. et al. 1988; Cavallini A. et al. 1991; Khaki, Z. 2005), pietrele biliare identificate au fost clasificate ca pietre pigmentare. În studiul nostru și în datele oferite de alți cercetători (Khaki, Z. 2005; Katsoulos, P.D. et al. 2011; Morozov, I. 2019), în afară de calculii pigmentari au fost depistați și calculi colesterinici, împreună alcătuind o proporție de 60 la 40, în favoare celor de colesterol. Primul care a raportat această îmbinare dintre localizare și tipul calculilor la ovinele cu boli parazitare ale ficatului a fost P.D. Katsoulos (2011), tot el fiind și primul care a enunțat prezența calculilor colesterinici în vezica și canalele biliare la ovine.

Actualmente, în medicina veterinară nu este elucidată patogeniza formării calculilor pigmentari și colesterinici la ovine. În medicina umană sunt acceptate ipotezele conform cărora, formarea pietrelor pigmentare este asociată cu prezența bacteriilor care duc la deconjugarea componentei biliare (acizilor biliari) (Stewart, L. et al. 2002), iar formarea pietrelor colesterinice este provocată de staza biliară (Kim, I. et al. 2003) și tulburările generale ale metabolismului lipidic al organismului, de modificările funcțiilor metabolice și de absorbție ale celulelor epiteliale din canalele biliare, precum și de perturbarea funcțiilor de sinteză și secretorii ale macrofagelor tisulare (Morozov, I. 2019).

Studiul nostru a urmărit, între altele, identificarea vrenei legături între apariția calculilor biliari și cele mai frecvente modificări morfopatologice la ficat, intervenite în urma unor boli parazitare cu localizare hepatică.

Cele mai multe cazuri de colelitiară au fost înregistrate la ficiții afectați cu paraziți, în comparație cu organele sănătoase sau cu cele cu chisturi hidatice ori abcese. Datele obținute demonstrează că stările de monoparazitism, provocat de *F. hepatica* sau *D. dendriticum*, precum și poliparazitismul, provocat de *F. hepatica* și *D. dendriticum* sau de *F. hepatica*, *D. dendriticum* și *E. granulosus larvae*, cresc semnificativ riscul de colelitiară: de 7–15 ori față de animalele neinfestate sau în dependență de starea nosologică care evoluează în organismul ovin (mono sau poliparazitism).

În medicina veterinară, capacitatea litogenă a *F. hepatica* a fost demonstrată în experimentele pe șobolani (Valero, M. et al. 2000; Valero, M. et al. 2003). În medicina umană sunt descrise cazuri de evoluție a proceselor de colelitiară concomitent cu fascioloza cronică (Mas-Coma, S et al. 2005; Kabaalioglu, A. et al. 2007; Okeeffe, T. 2018; Morozov, I. 2019). În cazurile de fascioloză studiate la om și șobolan, M. Valero (2006) descrie calculii biliari identificați ca pietre tipic pigmentare, asemănătoare cu cele descrise de noi în studiul de față.

În baza celor expuse se poate susține teoria înaintată de medicina umană, precum că formarea pietrelor pigmentare la ovinele cu fascioloză sau alte trematodoze se datorează prezenței bacteriilor în arborele canalelor biliare. În susținerea acestei teorii vin datele prezentate de M. Valero (2006), care a depistat că o stare de fascioloză în stare avansată la șobolan este asociată cu bacteriobia: *Escherichia coli*, în 45% cazuri; *Enterococcus faecalis*, 45%; *Klebsiella pneumoniae*, 10%. În afară de bacteriobilia, cercetătorul mai indică și modificări în structura și componența enzimelor serice hepatice: aspartat aminotransferază (AST sau SGOT), alanină aminotransferază (ALT sau SGPT), fosfatază alcalină (AP) și nivelul total de bilirubină, care sunt în creștere.

Analiza datelor prezentate de M. Valero et al. (2006) și P.D. Katsoulos et al. (2011), precum și a datelor obținute de noi sugerează prezența unei asocieri între bacteriobia și următorii factori: durata și intensitatea invaziei parazitare, obstrucția vezicii și a canalelor biliare cauzată de fascioloza cronică, care atât la șobolan, cât și la ovine poate servi drept cauză de formare a calculilor pigmentari.

În literatura de specialitate nu există studii complexe care ar demonstra că invazia monoparazitară cu *D. dendriticum* este în strânsă corelație cu colelitiara. Studiul nostru a relevat că parazitismul cu *D. dendriticum* este un factor de risc semnificativ pentru colelitiară la ovine. Un mecanism exact, clar, ce ar da o explicație procesului de colelitiară în cazul infestării cu dicroceli nu se cunoaște la moment, dar se poate presupune că prezența paraziților în vezica și canalele biliare afectează fluxul bilei, iar aceasta dereglează unele funcții metabolice importante de la nivelul epiteliului canalelor și vezicii biliare, precum și metabolismul lipidic. Majoritatea pietrelor depistate au fost identificate ca pietre de natură colesterinică, fapt demonstrat în cercetările sale pe pacienți umani de către I. Morozov (2019). Totodată nu poate fi neglijată nici bacteriobia, fiind depistați și calculi biliari pigmentari.

Poliparazitismul cu *F. hepatica* și cu *D. dendriticum* a fost asociat cu formarea pietrelor de colesterol. Mecanismul presupus de noi privind formarea tipului dat de calculi constă în diminuarea sau chiar blocarea totală a fluxului biliar, cu afectarea metabolismului lipidic și de sinteză-absorbție a epiteliului canalicular sau vezical, odată cu evoluția concomitentă a acestor parazitoze și a modificărilor morfopatologice produse.

În literatura medicală umană, una dintre cauzele principale ale colelitiarei vezicale sau canaliculare la om este enunțată și evoluția hidatidozei hepatice la om. În studiul nostru, la poliinvazia hepatică cu *F. hepatica*, *D. dendriticum* și *E. granulosus larvae* s-au identificat 6 cazuri de colelitiară cu calculi colesterinici, dar nu a fost detectată nici o piatră în ficatul cu chisturi hidatice sau cu abcese. În cazul abceselor, acestea provin de la infectarea cu bacterii, care, după cum s-a menționat, sunt implicate în producerea de calculi prin bacteriobemie, doar că, în cazul abceselor, bacteriile ajung la ficat prin intermediul circulației

sangvine, și nu prin inoculare de către parazit, deci fără a fi infectat arborele canalicular biliar. Probabil acesta și este motivul pentru care nu a fost înregistrat niciun caz de colelitiiază la nivelul ficatului cu abcese.

La momentul actual nu se cunoaște foarte bine impactul procesului de formare a calculilor asupra stării de sănătate a ovinelor. Datele care sunt disponibile se referă la studierea situației epidemiologice în baza datelor obținute în urma sacrificărilor în abatoare, unde evaluarea clinică a animalelor s-a limitat, în cel mai bun caz, la inspecția sanitar-veterinară obținută până la sacrificare (Petruzzi, J. et al. 1988; Cavallini, A. et al. 1991).

Simptomatologia colelitiizei la om poate fi descrisă print-un complex de manifestări clinice, precum colici, balonare abdominală, intoleranță la alimente grase, regurgitare (reflux), gaze și indigestie (Beers, M. et al. 2006), iar după unii autori boala poate decurge și asimptomatic (Fendrick, A. et al. 1993; Beers, M. et al. 2006).

Ar fi foarte anevoios să extrapolăm semnele clinice descrise pentru om asupra ovinele, întrucât există diferențe ce țin atât de particularitățile anatomice ale rumegătoarelor, cât și de durata vieții ovinelor. Cu toate acestea, credem că unele aspecte pot fi valabile și în cazul ovinelor, dar pentru demonstrarea lor sunt necesare studii complexe, ce țin de viitor.

CONCLUZII

Rezultatele studiului efectuat demonstrează că colelitiiza este frecventă la ovinele infestate cu boli parazitare cu localizare hepatică și se manifestă nu doar prin prezența pietrelor pigmentare, dar și a celor de colesterol.

Un alt aspect elucidat se referă la localizarea calculilor. Astfel, calculii de natură colesterinică (CC) au o localizare vezicală și canaliculară, iar cei de origine pigmentară (CP) sunt localizați, de regulă, în lumenul canalelor biliare.

În literatura de specialitate sunt raportate unele ipoteze legate de mecanismul patogenic de formare a pietrelor la nivelul ficatului, dar acestea nu dau răspunsuri definitive și clare, motiv pentru care cercetările în domeniu trebuie continuate.

Concluzia principală care se conturează în urma acestui studiu este faptul că bolile produse de trematodele *F. hepatica* și *D. dendriticum*, cu localizare hepatică (aspect discutabil în cazul echinococozii/hidatidozei), sunt factori de risc semnificativ pentru apariția colelitiizei la ovine.

Rezultatele studiului au demonstrat că calculii de natură pigmentară se formează în urma asocierii dintre bacterobilie și prezența unor factori precum durata și intensitatea invaziei parazitare, obstrucția vezicii și canalelor biliare, cauzată de fascioloza sau dicrocelioza cronică (atât la șobolan, cât și la ovine).

Factorii etiologici ai formării calculilor de colesterol au la bază tulburările generale ale metabolismului lipidic al organismului din cauza afectării ficatului de bolile parazitare cu localizare la acest organ, precum și dereglarea unor funcții metabolice ale epiteliului vezical și canalicular (de sinteză și absorbție), intervenite în urma acestor modificări morfologice la ficatul parazitat de trematode.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BEERS, M.H., PORTER, R.S., JONES, T.V. (2006). Merck Manual of Diagnosis and Therapy. 18th ed. Merck Sharp & Dohme Corporation, Whitehouse Station, NJ. ISBN-13: 978-0911910186.
2. CAVALLINI, A., MESSA, C., MANGINI, V., LINSALATA, M., GUERRA, V., MISCIAGNA, G., DI LEO, A. (1991). Prevalence of pigment gallstones in sheep. In: American journal of veterinary research, vol. 52(12), pp. 2043–2045. eISSN:1943-5681.
3. CHRISTODOULOPOULOS, G., THEODOROPOULOS, G., PETRAKOS, G. (2008). Epidemiological survey of cestode-larva disease in Greek sheep flocks. In: Veterinary parasitology, vol. 153, pp. 368–373. DOI: 10.1016/j.vetpar.2008.02.002.
4. CERCEL, I. (1997). Eficacitatea imunostimulatoarelor și preparatelor antihelmintice în profilaxia și combaterea Trichostrongilidozelor la ovine: Autoref. tezei de doctor în medicina veterinară. Chișinău. p. 26.
5. ERHAN, D. (2010). Funcționarea poliparazitozelor la bovine (*Bos taurus*) în Republica Moldova: Autoref. tezei de doctor habilitat în biologie. Chișinău. p. 48.
6. FENDRICK, A.M., GLEESON, S.P., CABANA, M.D., SCHWARTZ, J.S. (1993). Asymptomatic gallstones revisited. Is there a role for laparoscopic cholecystectomy? In: Archives of family medicine, vol. 2 (9), pp. 959–968. DOI: 10.1001/archfami.2.9.959.
7. KABAALIOGLU, A., CEKEN, K., ALIMOGLU, E., SABA, R., CUBUK, M., ARSLAN, G., APAYDIN, A. (2007). Hepatobiliary fascioliasis: sonographic and CT findings in 87 patients during the initial phase and long-term follow-up. In: American Journal of Roentgenology, vol. 189(4), pp. 824–828. eISSN:1546-3141.
8. KHAKI, Z. (2005). Gallstones in sheep and cows slaughtered at Teheran abattoirs. In: Journal Veterinary. Research, vol. 60(4), pp. 401–403. eISSN: 2008-2525.

9. KIM, I.S., MYUNG, S.J., LEE, S.S., LEE, S.K., KIM, M.H. (2003). Classification and nomenclature of gallstones revisited. In: Yonsei medical journal, vol. 44(4), pp. 561–570. DOI: 10.3349/ymj.2003.44.4.561.
10. MAS-COMA, S., BARGUES, M.D., VALERO, M.A. (2005). Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses. In: International journal for parasitology, vol. 35(11-12), pp. 1255–1278.
11. DOI: 10.1016/j.ijpara.2005.07.010.
12. MERGEN, H., GENÇ, H., TAVUSBAY, C. (2007). Assessment of liver hydatid cyst cases – 10 years experience in Turkey. In: Tropical Doctor, vol. 37(1), pp. 54–56. DOI: 10.1258/004947507779951943.
13. MOROZOV, I. A (2019). Morphological Aspects of the Pathogenesis of Gallbladder Cholesterosis. In: Gastroenterology Medicine & Research, vol. 3(3), pp. 1-9. DOI: 10.31031/GMR.2019.03.000562.
14. NAFORNIȚA, Nicolae, CERCEL, Ilie (2018). Fascioloza acută și subacută la ovine. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 49: Medicină Veterinară, pp. 34-38. ISBN 978-9975-64-298-9.
15. NAFORNIȚA, Nicolae (2018). Modificările histopatologice la echinococcoza rumegătoarelor. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 49: Medicină Veterinară, pp. 42-46. ISBN 978-9975-64-298-9.
16. NAFORNIȚA, Nicolae (2018). Prevalența dicroceliozei la ovine și caprine la ferma privată din satul Gradiște, raionul Cimișlia. In: Functional Ecology of Animals: intern. symp. 21 sept. 2018, Chișinău. Chișinău: Institutul de Zoologie, 2018, pp. 292-300. ISBN 978-9975-3159-7-5.
17. OKEEFFE, T. (2018). Hepatobiliary Fascioliasis Presenting as Choledocholithiasis: A Case Report. In: Gastroenterology Medicine & Research, vol. 1(4), pp. 1-4. DOI:10.31031/GMR.2018.01.000518.
18. OLARIU-JURCA, A., CIULAN, V., GÁL, A., ILIE, M.S., SUICI, T., TESLICI, L.E. (2018). Study of morphological changes in sheep fluke. Scientific Works. Series Veterinary Medicine, vol. 64(1), pp. 75-80. eISSN 2067-3663.
19. PETRUZZI, J., MANGINI, V., MESSA, C., MISCIAGNA, G., DI DONNA, R. (1988). Spontaneous cholelithiasis in sheep: prevalence survey and analysis of gallstones and bile. In: Journal of Comparative Pathology, vol. 98(3), pp. 367–369. doi.org/10.1016/0021-9975(88)90045-X.
20. KATSOULOS, P.D., CHRISTODOULOPOULOS, G., KARATZIA, M.A., POURLIOTIS, K., MINAS, A. (2011). Liver flukes promote cholelithiasis in sheep. In: Veterinary Parasitology, vol. 179(1-3), pp. 262-265. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.01.055.
21. STEWART, L., OESTERLE, A.L., ERDAN, I., GRIFFISS, J.M., WAY, L.W. (2002). Pathogenesis of pigment gallstones in Western societies: the central role of bacteria. In: Journal of gastrointestinal surgery, vol. 6(6), pp. 891–904. DOI: 10.1016/s1091-255x(02)00035-5 (eISSN 1091-255X).
22. THEODOROPOULOS, G., THEODOROPOULOU, E., PETRAKOS, G., KANTZOURA, V., KOSTOPOULOS, J. (2002). Abattoir condemnation due to parasitic infections and its economic implications in the region of Trikala, Greece. In: Journal of Veterinary Medicine Series B, vol. 49(6), pp. 281–284. DOI: 10.1046/j.1439-0450.2002.00563.x.
23. TĂLĂMBUȚĂ, N. (1995). Studiul populațional al Trichostrongilidelor la ovine: Autoref. tezei de doctor în biologie. Chișinău, p. 27.
24. VALERO, M.A., NAVARRO, M., GARCIA-BODELON, M.A., MARCILLA, A., MORALES, M., HERNANDEZ, J.L., MENGUAL, P., MAS-COMA, S. (2006). High risk of bacterobilia in advanced experimental chronic fasciolosis. In: Acta Tropica, vol. 100(1-2), pp. 17–23. DOI: 10.1016/j.actatropica.2006.09.002.
25. VALERO, M.A., SANTANA, M., MORALES, M., HERNANDEZ, J.L., MAS-COMA, S. (2003). Risk of gallstone disease in advanced chronic phase of fascioliasis: an experimental study in a rat model. In: The Journal of infectious diseases, vol. 188(5), pp. 787–793. DOI: 10.1086/377281.
26. VALERO, M.A., VAREA, M.T., MARÍN, R. (2000). Fasciola hepatica: lithogenic capacity in experimentally infested rats and chemical determination of the main stone components. In: Parasitology research, vol. 86 (7), pp. 558–562. DOI: 10.1007/s004360000201.
27. ЗГАРДАН, Е. (1974). Хелминтозые анималелор domestiche. Кишинэу: Картя молдовеняскэ. p. 128.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

NAFORNIȚA Nicolae  <http://orcid.org/0000-0003-0032-6732>

asistent universitar, Departamentul II, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: nicolainafornita@gmail.com

CERCEL Ilie

doctor în medicină veterinară, conferențiar universitar, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: i.cercel@uasmd.md

Data prezentării articolului: 07.09.2020

Data acceptării articolului: 12.11.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321699

CZU: CZU: 636.52/.58.033.087.73

EFECTUL PRODUSULUI SEL-PLEX ASUPRA PERFORMANTELOR DE CREȘTERE ȘI A INDICILOR SANGVINI LA PUII ARGINTII DE ADLER

Eugeniu VOINIȚCHI

Abstract. The study carried out on a lot of 9909 Adler silver breed chickens, divided into a control group and an experimental group assessed the influence of Sel-Plex product (organic selenium) on the bioproductive indices and blood parameters. The chicks from the experimental group were administered, in addition to their basic ration, the Sel-Plex product in dose of 0,4 mg Se/kg of feed, from one to 90 days of age. The results of investigations of clinical indices (general state, plumage, behavior, feed intake, daily weight gain, morbidity and lethality) revealed the positive effect of supplementing daily rations with organic selenium on the growth and development of chickens. The lethality rate was lower in experimental group (2,4 %) in comparison with the control (6,3 %). The body weight was 7% higher compared to chickens of the control group. The studied paraclinical indices (malondialdehyde content in serum and erythrocytes, total antioxidant content in plasma and erythrocytes, superoxide dismutase and catalase activity in erythrocytes and haematological parameters) show that Sel-Plex product have beneficial effects on haematopoietic, immune and antioxidant systems.

Key words: Chickens; Feed supplement; Organic selenium; Biological indices; Body weight; Blood parameters.

Rezumat. Cercetările s-au efectuat pe un eșantion de 9909 pui din rasa Argintie de Adler, divizat în două loturi (martor și experimental) cu scopul de a stabili efectul produsului Sel-Plex (pe bază de seleniu organic) asupra indicilor bioproductivi și parametrilor sangvini. Puilor din lotul experimental le-a fost administrat suplimentar la rația de bază, de la vârsta de o zi până la 90 zile, produsul Sel-Plex în doză 0,4 mg Se la 1 kg furaj. Rezultatele cercetării indicilor clinici (starea generală, starea penajului, comportamentul, consumul de furaje, adaosul zilnic de masă corporală, morbiditatea și mortalitatea) au scos în evidență efectul pozitiv al suplimentării rației zilnice cu seleniu organic asupra creșterii și dezvoltării puilor. S-a constatat reducerea procentului letalității, care a constituit 2,4% în lotul experimental și 6,3% în lotul martor. Greutatea corporală a puilor a crescut cu 7% față de lotul martor. Indicii paraclinici studiați (conținutul de dialdehid malonic din ser și din eritrocite, activitatea antioxidantă totală în plasmă și în eritrocite, activitatea superoxidismutazei și a catalazei din eritrocite și parametrii hematologici) arată că produsul Sel-Plex prezintă efecte benefice asupra sistemelor hematopoietic, imun și antioxidant.

Cuvinte cheie: Pui; Supliment furajer; Seleniu organic; Indici biochimici; Greutate corporală; Parametri sangvini.

INTRODUCERE

În zootehnia modernă, care se ocupă de creșterea animalelor de performanță, rațiile alimentare sunt completate, obligatoriu, cu minerale, astfel evitându-se deficiențele care pot duce la o mare varietate de tulburări clinice și patologice. Diferite substanțe minerale îndeplinesc un rol esențial în multe procese metabolice din organism și sunt importante pentru creșterea și dezvoltarea animalelor (Nollet, L. et al. 2007). Acestea sunt esențiale pentru creștere, dezvoltarea osoasă, a penelor, a structurii și funcțiilor enzimice, precum și pentru stimularea poftei de mâncare, acționând, în principal, ca niște catalizatori ai mai multor sisteme enzimatice și hormonale (Underwood, E. J. et al. 1999).

Un șir de substanțe minerale (Cu, I, Fe, Mn, Se și Zn) sunt, în mod normal, administrate la păsări în forma anorganică (Nollet, L. et al. 2007). Dintre elementele menționate, seleniul este un oligomineral absolut indispensabil pentru organismul puilor, având un rol important în reglarea diferitelor procese metabolice (Surai, P. F. 2006). Astfel, fiind parte componentă a enzimelor cu activitate antioxidantă, contribuie la reducerea efectivă a mai multor molecule cu potențial prooxidativ, precum H_2O_2 în faza apoasă și peroxidii lipidici în faza lipidică. Astăzi sunt cunoscute circa 30 de selenoproteine (Surai, P. F. 2006). Preparatul Sel-Plex (forma organică de Se) și-a dovedit avantajele, comparativ cu alte surse de seleniu (anorganice), deoarece furnizează același amestec de selenoaminoacizi ca și ingredientele naturale precum grâul, orzul, porumbul etc. (Surai, P. F. 2006, Zaitceva, D. 2013). Plantele, în comparație cu animalele și oamenii, sunt capabile să transforme seleniul de sodiu și seleniul-metionină. Peste 80% din totalul seleniului din soia, grâu și porumb sunt reprezentate în această formă (Surai, P. F. 2006).

S-a dovedit că produsul Sel-Plex îmbunătățește performanța și eficiența animalelor producătoare de alimente și îmbunătățește în mod natural valoarea nutritivă a cărnii, a laptelui și ouălor. În 2009, Autori-

tatea Europeană pentru Siguranța Alimentară (EFSA) a recunoscut mai multe beneficii pentru sănătatea umană ale consumului de carne, ouă și lapte îmbogățite cu Sel-Plex.

Luând în considerare beneficiile suplimentării rațiilor alimentare a animalelor și păsărilor cu seleniu organic, obiectivele acestui studiu au fost investigarea efectelor produsului Sel-Plex asupra unor indici bioproductivi și sangvini la puii de găină în perioada de creștere.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările cu utilizarea produsului Sel-Plex au fost efectuate în cadrul întreprinderii SRL „Larsan-Nor”, comuna Durești, pe un eșantion de 9909 pui din rasa Argintie de Adler, cu productivitate mixtă de carne-ouă. Fiind o rasă de păsări rezistentă la boli și cu cerințe nutriționale minime, aceasta este bine cunoscută în Rusia (de unde și provine) și Ucraina, dar nu este cunoscută în țările UE.

Păsările, cu vârsta 1–90 de zile, au fost crescute în hale la sol. În scopul cercetărilor au fost create două loturi: lotul experimental (LE), cu 4898 de pui, și lotul martor (LM), cu 5011 pui. Puii au fost hrăniți cu nutreț combinat de tip Starter până la vârsta de 4 săptămâni, iar apoi cu combifuraj de tip Creștere. Rația de bază a fost constituită din: porumb, grâu, șrot de floarea-soarelui, șrot de soia, făină de peste, premix vitamino-mineral (Tabelul 1).

Tabelul 1. Compoziția rației alimentare

Indicii	Vârsta	
	1-28 zile	29-90 zile
Grâu 11,5	20	30
Porumb 8	41.5	44.5
Șrot de soia 46	29	10
Șrot de floarea-soarelui 36%	3	10
Făină de peste 72	3	2
Calcar 36	1,5	1.5
Premix	2	2
În 100 g de furaj se conține %	100	100
Energie metabolică: MJ/kg, Kcal/100g	2779	2810
Proteină brută	19.7	15.6
Grăsimi	1.74	2.22
Celuloză	3.89	4.19
Lizină	1.09	0.74
Metionină	0.45	0.41
Metionină+Cisteină	0.27	0.55
Treonină	0.74	0.56
Triptofan	0.22	0.17
Calciu	1.03	0.96
Fosfor	0.63	0.57
Natriu	0.16	0.15
Vitamina E	30.53	33.76

Rația puilor din lotul experimental, pe toată durata desfășurării cercetărilor (1–90 zile de viață a puilor), a fost suplimentată cu Sel-Plex în proporție de 0,4 mg Se la 1 kg furaj.

Acțiunea produsului Sel-Plex asupra organismului puilor a fost testată prin monitorizarea unor indici clinici (starea generală, starea penajului, comportamentul, consumul de furaje, sporul zilnic de masă corporală, morbiditatea și mortalitatea) și paraclinici (conținutul de dialdehidă malonică (DAM) din ser și din eritrocite, activitatea antioxidantă totală (AAT) în plasmă și în eritrocite, activitatea superoxidului dismutaza (SOD) și a catalazei din eritrocite). De asemenea, au fost determinați unii parametri hematologici: numărul de eritrocite, concentrația de hemoglobină, numărul de leucocite și formula leucocitară. Probele de sânge au fost prelevate din vena axilară la a 45-a și la a 90-a zi de viață a puilor.

Furajarea și adăparea au fost la discreție. La puii din ambele loturi, în primele zile de viață (1–5 zile), în scop profilactic a fost administrată enrofloxacină 10%, în apa de băut; ulterior a fost efectuată

vitaminizarea puilor cu un complex de vitamine. Vaccinările au fost făcute conform planului strategic al întreprinderii (bronșită infecțioasă, boala de Gamboro și La-Sota). Cântăririle au fost efectuate periodic (o dată pe săptămână), până la sfârșitul ciclului de producție, pentru aprecierea sporului mediu zilnic, al sporului mediu săptămânal și pentru evaluarea consumului de furaje.

Analiza statistică a datelor experimentale s-a făcut cu ajutorul criteriilor parametrice după Student. Rezultatele sunt exprimate ca medie $\pm$ eroare standard. Pragul de semnificație prezentat: $P < 0,01 - 0,05$.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele privind evoluția masei corporale vii și viabilitatea puilor sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. *Evoluția masei corporale și viabilitatea*

Vârsta, zile	LOT			
	Martor		Experimental	
	n=5011	Masa corporală, g	n=4898	Masa corporală, g
1		38,0	4898	38,0
14		100,0 $\pm$ 3,14		113,0 $\pm$ 2,6
35		305 $\pm$ 3,87		345 $\pm$ 4,63 *
49		492 $\pm$ 5,3		559 $\pm$ 3,9**
70		825 $\pm$ 12,1		895 $\pm$ 9,21**
90		1090 $\pm$ 22,81		1290 $\pm$ 19,6***
Viabilitatea %	93,7%	-317 pui	97,6%	-118 pui

Legendă: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Puii din ambele loturi au fost sănătoși, ei consumau activ hrană și apă, erau dinamici, nu manifestau devieri de comportament sau reacții inadecvate la acțiunea factorilor stresanți. În primele două săptămâni de viață, mortalitatea puilor din ambele loturi era la același nivel și nu depășea pierderile uzuale inerente. Începând cu a treia săptămână de viață, pierderile de pui prin mortalitate au fost comparativ mai reduse (de 2-2,5 ori) în lotul experimental față de lotul martor. Per total, pe parcursul a 90 de zile, letalitatea puilor din lotul experimental a constituit 2,4% (118 pui), iar a celor din lotul martor – 6,3% (317 pui). Mortalitatea puilor în primele săptămâni de viață a fost cauzată de diverse patologii congenitale, iar la următoarele etape – de boli ale organelor interne. Concomitent au fost înregistrate cazuri de colibacterioză și coccidioză.

Incidența diareilor la puii din ambele loturi a fost de circa 18%, fiind înregistrată, cu precădere, în primele 2 săptămâni de viață. Nu a fost observată o diferență substanțială între loturi în ceea ce privește numărul de pui care manifestau diaree. Contrar rezultatelor obținute de noi, Jessica Read-Snyder et al. (2009) raportează efectul pozitiv al produsului Sel-Plex asupra vilozităților intestinale, care oferă protecția acestora împotriva infecției cu *Reovirus*. Tabelul 3 reflectă morbiditatea puilor cauzată de afecțiunile gastrointestinale.

Tabelul 3. *Evoluția afecțiunilor gastrointestinale (diareilor)*

Lotul	n	Numărul de pui cu diaree															
		1-7		8-14		15-21		22-28		29-42		43-57		58-90		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Martor	5011	250	5	496	9,9	155	3,1	1	0,02	-	-	-	-	-	-	902	18
Experimental	4898	245	5	460	9,4	151	3,1	-	-	1	0,02	-	-	-	-	857	17,5

Efectul pozitiv al suplimentării rației alimentare cu seleniu organic asupra creșterii și dezvoltării puilor este confirmat și de cinetica masei corporale. În prima zi de viață, puii din ambele loturi cântăreau, în medie, 38 g. Începând cu a doua săptămână de viață și până la sfârșitul experienței, sporul zilnic al masei corporale la puii din lotul experimental a fost mai mare decât la congengerii din lotul martor.

Este important de menționat că diferența sporului de masă corporală la puii din loturile experimental și martor continuă să crească odată cu vârsta. Astfel, la sfârșitul investigațiilor, puii din lotul experimental cântăreau, în medie, cu 200 g mai mult decât congengerii lor din lotul martor. Rezultate similare privind influența pozitivă a produsului Sel-Plex asupra indicilor productivi au fost înregistrate și la rasele de găini ouătoare (Bălănescu, S. 2014), și la puii broiler (Zaicenco, D. et. al. 2013).

Pe parcursul experienței a fost observată o creștere mai intensivă a penajului la puii din lotul experimental față de cei din lotul martor, fapt menționat și de L. Perić (2009), care, la puii tratați cu seleniu organic (0,3 ppm), a obținut un scor al penajului cu 13,5% mai mare decât la puii care nu au primit suplimentul.

Rezultatele privind evoluția valorilor unor indici hematologici la puii hrana cărora a fost suplimentată cu Sel-Plex, comparativ cu valorile acestor indici înregistrați la puii din lotul martor, sunt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4. Valorile indicilor hematologici la puii tratați cu Sel- Plex ($M \pm m$)

Indicii	Zilele de cercetare	Loturile de animale	
		Martor	Experimental
Hematocrit, %	45	37,7 $\pm$ 1,39	36,2 $\pm$ 1,45*
	90	35,4 $\pm$ 2,92	34,9 $\pm$ 1,72**
Hemoglobina, g/l	45	134,63 $\pm$ 2,60	123,96 $\pm$ 1,18**
	90	131,66 $\pm$ 2,78	111,72 $\pm$ 2,74***
Eritrocite, 10 ¹² /l	45	3,19 $\pm$ 0,04	3,00 $\pm$ 0,13*
	90	3,09 $\pm$ 0,07	2,76 $\pm$ 0,27*
Leucocite, mii/ μ l	45	25,29 $\pm$ 0,59	21,35 $\pm$ 0,42***
	90	29,55 $\pm$ 1,9	23,43 $\pm$ 0,72
Limfocite, %	45	59,29 $\pm$ 3,45	46,20 $\pm$ 4,21*
	90	60,25 $\pm$ 4,43	51,20 $\pm$ 2,28*
Monocite, %	45	5,7 $\pm$ 0,16	6,7 $\pm$ 0,37*
	90	6,3 $\pm$ 0,19	7,2 $\pm$ 0,42**

Notă: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

Analiza datelor prezentate în tabelul 4 confirmă efectul pozitiv al preparatului Sel-Plex asupra organismului puilor în creștere și, în special, asupra sistemului hematopoietic.

Astfel, în cadrul celor două analize efectuate (la a 45-a și la a 90-a zi), numărul de eritrocite și concentrația de hemoglobină din sânge au fost semnificativ mai mari la puii din lotul experimental ($P < 0,05$), ceea ce denotă efectul pozitiv al produsului studiat asupra hematopoiezei. Rezultate asemănătoare au obținut N. Avram, L. Pantă, V. Ciula et al. (2003), precum și D. Curcă et. al. (2005), care susțin că administrarea produsului Sel-Plex a influențat pozitiv valorile parametrilor eritrocitari la puii broiler, diferențele fiind net superioare față de loturile cărora li s-a administrat seleniu anorganic.

La fel diferă și indicii leucocitari. La puii din lotul experimental s-a constatat o creștere semnificativă ($P < 0,05$) a numărului de globule albe din sânge și, în special, de limfocite, celulele-cheie în exprimarea sistemului imun. Rezultate similare au fost obținute în cercetările efectuate anterior de către S. Bălănescu (2014). În același timp, D. Curcă et. al (2005) raportează că leucocitemia prezintă o tendință de scădere marcantă la puicutele din lotul suplimentat cu seleniu: dacă, la martor, concentrația de leucocite a fost de 28,375 mii/ μ l sânge, atunci la puicutele hrana cărora a fost suplimentată cu seleniu leucocitemia scade până la 25,77 mii/ μ l sânge, ceea ce reprezintă o scădere de 9,21%.

Evoluția indicilor sistemului antioxidant la puii din lotul martor și din cel experimental este prezentată în tabelul 5.

Analiza rezultatelor cercetărilor efectuate și prezentate în tabelul 5 demonstrează că conținutul de DAM din ser și eritrocite la puii din lotul martor, în cazul ambelor analize, a fost semnificativ mai mare ($P < 0,05$) decât la puii din lotul experimental. Acest indice confirmă, indirect, prezența la puii din lotul martor a unei stări de epuizare a sistemului antioxidant, cauzată de insuficiența de seleniu. Aceleași rezultate indică diminuarea activității catalazei din eritrocite ($P < 0,001$) și a activității antioxidante totale din serul sangvin și din eritrocite ($P < 0,05$) la puii din lotul martor. Aceste date sunt confirmate și de cercetările noastre efectuate anterior (Voinitchi, E. et al. 2011; Bălănescu, S. 2013).

Conținutul de AAT în ser și în eritrocite a fost mai mare la puii din lotul experimental, comparativ cu puii din lotul martor, în cadrul ambelor analize. Astfel, se constată că AAT în serul puilor din lotul experimental are o tendință de menținere la nivelul de 55,43 $\pm$ 3,45% la prima analiză și de 58,43 $\pm$ 4,43% la finalul cercetărilor; în același timp, la puii din lotul martor, acest indice a constituit 47,99 $\pm$ 4,21% la prima analiză și 45,56 $\pm$ 2,28% la cea de a doua. Rezultate asemănătoare au fost obținute anterior și de către alți cercetători (Zaitceva, D. et al. 2013).

Tabelul 5. Valorile parametrilor sistemului antioxidant ($M \pm m$)

Indicele	Ziua de cercetare	Lotul		
		Experimental	Martor	P
		$n \ M \pm m$	$n \ M \pm m$	
DAM în ser (nmol/L)	45	10 8,16 $\pm$ 1,60	10 10,12 $\pm$ 1,18	P< 0,05
	90	7 5,90 $\pm$ 1,78	7 8,33 $\pm$ 1,74	P< 0,001
DAM în eritrocite (nmol/gHb)	45	10 0,46 $\pm$ 0,03	10 0,63 $\pm$ 0,01	P< 0,05
	90	7 0,46 $\pm$ 0,02	7 0,75 $\pm$ 0,02	P< 0,05
Catalaza în eritrocite (nmol/L)	45	10 6,79 $\pm$ 0,59	10 2,16 $\pm$ 0,12	P< 0,001
	90	7 5,91 $\pm$ 0,18	7 3,20 $\pm$ 0,22	P< 0,002
AAT în ser (%)	45	10 55,43 $\pm$ 3,45	10 47,99 $\pm$ 4,21	P< 0,05
	90	7 58,43 $\pm$ 4,43	7 45,56 $\pm$ 2,28	P< 0,05
AAT în eritrocite (%/gHb)	45	10 102,69 $\pm$ 2,45	10 65,83 $\pm$ 2,21	P< 0,05
	90	7 105,93 $\pm$ 2,43	7 61,71 $\pm$ 2,28	P< 0,05
SOD (nmol/gHb)	45	10 13,83 $\pm$ 0,45	10 15,07 $\pm$ 0,21	P< 0,05
	90	7 17,04 $\pm$ 0,43	7 17,37 $\pm$ 0,28	P< 0,05

Cercetările efectuate de noi nu au scos în evidență modificări esențiale privind valoarea altui parametru ce caracterizează starea sistemului de apărare antioxidantă – activitatea superoxidului dismutaza (SOD): activitatea acestei enzime a demonstrat o creștere nesemnificativă la puii din lotul martor, comparativ cu cei din lotul experimental, la prima analiză, iar la a doua analiză, efectuată la vârsta de 90 de zile a puilor, diferențe privind activitatea SOD la puii din ambele loturi nu a fost constatate.

CONCLUZII

1. Produsul Sel-Plex adăugat în rația alimentară a puilor de găină a demonstrat o toleranță generală bună, fără reacții adverse.
2. Investigațiile clinice realizate relevă o acțiune generală pozitivă a preparatului Sel-Plex asupra puilor, manifestată prin creșterea mai mare a sporului masei corporale și îmbunătățirea penajului.
3. În condițiile de creștere, produsul Sel-Plex a influențat pozitiv funcția hematopoietică și activitatea de apărare antioxidantă a puilor.
4. Rezultatele obținute impun necesitatea de a continua studiile privind rolul seleniului în fortificarea sistemului de apărare antioxidantă și creșterea performanțelor productive la puii din rasa Argintie de Adler.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BĂLĂNESCU, S. (2013). Prophylaxis of immune deficiencies and neonatal diarrhea syndrome among sucking piglets by administration of organic Selenium (Sel-Plex). In: Global J. of medical research veterinary science and veterinary medicine, vol. 13(2), pp. 57-62. ISSN 0975-5888.
2. BĂLĂNESCU, S. (2013). Efectul seleniului organic (Sel-plex) și prebioticului Biomox asupra indicilor bio-productivi, sistemului prooxidant și oxidant la scroafe și purceii sugari. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova. 2014, vol. 40: Medicină veterinară, pp. 232-237. ISBN 978-9975-64-263-7.
3. CURCĂ, D. (2005) Faza 1. Acțiunea L-carnitinei în prevenirea miopatiei exsudative, diatezei hemoragice și encefalomalaciei la păsările ouătoare și la puii de carne. Nr. contract: 33378/29.06.2004, act adițional 34659/24.06.2005.
4. NOLLET, L., Van der FLIS, J.D., LENSING, M., SPRING, P. (2007). The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. In: J. of Applied Poultry Research, vol. 16, pp. 592-597. ISSN 1056-6171.
5. READ-SNYDER, Jessica, EDENS, F.W., CANTOR, A.H. (2009). Effect of dietary selenium on small intestine villus integrity in reovirus-challenged broilers. In: International Journal of Poultry Science, vol. 8(9), pp. 829-835. ISSN 1682-8356.
6. SURAI, P.F. (2006). Selenium in nutrition and health. Nottingham University Press. 974 p. ISBN 978-1-904761-16-7.
7. UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N. (1999). The Mineral Nutrition of Livestock. 3rd ed. Wallingford: CABI Publishing. ISBN 0-85199-128-9.
8. ZAICTCEVA, Diana. (2013). Evaluarea comparativă a acțiunii seleniului în formă organică și anorganică asu-

- pra statusului antioxidant la puii de carne COB 500. In: *Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova*, vol. 35: *Medicină veterinară*, pp. 128-132. ISBN 978-9975-64-247-7.
9. БАЛАНЕСКУ, С. (1988). Молозивный токсикоз поросят: автореф. дис.... канд. ветеринарных наук. Москва. 16 с.
10. ГОЛБАН, Д., БАЛАНЕСКУ, С., ДОНИКА, Г. (1989). Молозивный токсикоз поросят. В: *Болезни ягнят и поросят (Межвузовский сборник), Труды Целиноградского с.-х. ин-та*, с. 70-76.
11. ГОЛБАН, Д., ПАРИЙ, Б., БАЛАНЕСКУ, С., ХАМЕР, Б., СКРИПНИК, В. (1987). Рекомендации по профилактике и лечению молозивного токсикоза поросят. Кишинев. 8 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

VOINIȚCHI Eugeniu

asistent universitar, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Data prezentării articolului: 25.10.2020

Data acceptării articolului: 23.11.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321103

УДК: 616.995.42

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ПЛОТНОСТЬ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ

Виктория ЛЕВИЦКАЯ, Андрей МУШИНСКИЙ

Abstract. Researchers have found that one of the reasons for the increase in tick-borne diseases is a significant increase in the density of tick populations, which is observed with changes in land use. To assess the impact of human agricultural activity on the density of ticks *Dermacentor reticulatus* and *Ixodes ricinus*, three study sites (pastures, meadows and wastelands) were selected, near the cities of Khmelnytsky, Kamenets-Podolsky and Starokonstantinov. Two burned areas after fires were also investigated. There was a clear dependence of the number of ticks on the site of collection. The average density of adult individuals of *D. reticulatus* ticks was lowest in pastures and seven times higher in wastelands. A similar situation was observed with *I. ricinus* ticks. For two seasons, the highest density of both species was recorded in abandoned areas in the spring. It was found that in the burned areas compared to intact areas, the density of ticks was eight times lower.

Key words: *Dermacentor reticulatus*; *Ixodes ricinus*; Pastures; Meadows; Wastelands; Population density.

Реферат. Исследователями установлено, что одной из причин увеличения клещевых заболеваний является значительное увеличение плотности популяций клещей, что наблюдается при изменениях в землепользовании. Для оценки влияния сельскохозяйственной деятельности человека на плотность клещей *Dermacentor reticulatus* и *Ixodes ricinus* были выбраны три участка для исследования (пастбища, луга и пустыри) вблизи городов Хмельницкий, Каменец-Подольский и Староконстантинов. Кроме того, были исследованы два участка после пожаров. Наблюдалась четкая зависимость количества клещей от региона сбора. Средняя плотность взрослых особей клещей *D. reticulatus* была самой низкой на пастбищах и в семь раз выше на пустырях. Подобная ситуация наблюдалась и у клещей *I. ricinus*. В течение двух сезонов самая высокая плотность клещей обоих видов зафиксирована на заброшенных участках весной. Установлено, что на сожженных участках по сравнению с интактными, плотность клещей была в восемь раз меньше.

Ключевые слова: *Dermacentor reticulatus*; *Ixodes Ricinus*; Пастбища; Луга; Пустыри; Плотность популяции.

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних десятилетий наблюдается значительное увеличение количества случаев трансмиссивных заболеваний, как людей, так и животных. Эта тенденция связана с изменением климата и, как следствие, изменением ареалов обитания иксодовых клещей. Исследователями установлено, что одной из причин увеличения клещевых заболеваний является значительное увеличение плотности популяций клещей, что наблюдается при изменениях в землепользовании, которые создают условия для существования клещей и их хозяев в сельской местности (Beugnet, F. et al. 2013; Medlock, J. et al. 2013; Karbowiak, G. 2014; Mierzejewska, E. et al. 2015).

Природные экосистемы, а именно ареалы обитания клеща *Dermacentor reticulatus*, изменились из-за сильного влияния деятельности человека (Sonenshine, D. 2014). Хотя некоторые авторы указывают на то, что этот вид клещей существует лишь в ограниченных природных условиях, но в географическом масштабе он широко распространен в различных типах природной среды (Guglielmone, A. 2014). К ним относятся луга и смешанные леса, поляны, бассейны рек, заболоченные местности, берега озер и прибрежные песчаные зоны, а также пастбища, кустарники, загородные пустыри. *D. reticulatus* редко встречается в закрытых темных лесах, таких как тайга и хвойные леса. Клещ чаще встречается в прибрежных лесах (речные бассейны), переходных зонах между полями и смешанным лиственным лесом, лесными тропами и в береговой зоне озер. Открытые непаханные местности с высоким уровнем грунтовых вод в низинах являются наиболее характерными местами обитания этих клещей (Sonenshine, D. et al. 2014; Guglielmone, A. et al. 2014; Mierzejewska, E. et al. 2015). Наличие глаз и относительно яркая и пятнистая окраска – морфологическая адаптация к жизни в открытых средах обитания с относительно высокой инсоляцией. Яйца клещей остаются жизнеспособными в резервуарах с дождевой водой, а взрослые особи остаются живыми во время периодических наводнений, которые часто случаются в местах их существования (Cerny, V. et al. 1982). Сообщалось, что *D. Reticulatus* также может быть собран из обычного камыша в заболоченных местностях (Foldvári, G. et al. 2005).

На основе исследований различных местообитаний клещей установлено, что вид *D. reticulatus* оказался более теплолюбивым и гидрофильным, чем вид *Ixodes ricinus*, и переносил большие суточные и сезонные колебания температур. Однако, известно, что *D. reticulatus* является психрофильным видом клещей, который развивается при относительно низких температурах (Hubalek, Z. 2003). Более того, количественные данные свидетельствуют о том, что он встречается в местах с менее выраженной сезонностью, вблизи рек и водоемов, еще больше подчеркивает его преимущество в водных ландшафтах (Sonenshine, D. et al. 2014; Hubalek, Z. et al. 2003). Большая устойчивость к температурным колебаниям является причиной того, что клещи встречаются по берегам рек и лугов в холодных регионах с солнечным и жарким летом (Zygner, W. et al. 2009), а также в горных районах, которые часто характеризуются значительно большей влажностью, по сравнению с низинами (Hornok, S. et al. 2009). Еще одним отличием является то, что клещ *I. ricinus* встречается чаще, чем *D. reticulatus* в лесной среде, последний предпочитает открытые участки, такие как луга с высоким уровнем влажности и многообразием растительности (Sonenshine, D. et al. 2014; Kubelová, M. 2015). Было установлено, что взрослые клещи *D. reticulatus* лучше выживают в микроклимате лугов, чем в лесной микросреде (Cerny, V. et al. 1982).

Влияние сельскохозяйственной деятельности человека на окружающую среду постоянно меняется во многих странах Европы. В течение последних десятилетий значительно уменьшилось количество культурных пастбищ и лугов, достаточно большие территории превратились в кустарниковые зоны, которые человек не использует. Прекращение хозяйственной деятельности способствует размножению широкого круга мелких млекопитающих, а также диких животных, включая птиц, копытных и хищников (Chapron, G. et al. 2014). В результате этого наблюдается увеличение популяций паразитов, которые могут быть переносчиками многих заболеваний, что может иметь последствия для здоровья людей и животных (Hornok, S. et al. 2014). Также в Украине и мире широко применялись практики сжигания травостоев, что также повлияло на распространение и размножение клещей.

Учитывая тот факт, что изменения среды обитания считаются одной из основных причин растущего риска развития трансмиссивных заболеваний в Европе и Украине существует необходимость изучения этой проблемы (Medlock, J. et al. 2013; Karbowiak, G. 2014). В последнее время наблюдается тенденция к увеличению исследований клещей в городских ландшафтах (Hornok, S. et al. 2014; Rizzoli, A. et al. 2014; Welc-Falęciak, R. et al. 2014), однако недостаточно изучены изменения в загородных естественных условиях существования клещей. Поэтому основной целью нашего исследования было оценить влияние сельскохозяйственной деятельности человека на плотность клещей через сравнение количества клещей в различных природных биотопах (пастбища, луга, пустыри), а также на сожженных территориях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки влияния сельскохозяйственной деятельности человека на плотность клещей *D. reticulatus* и *I. ricinus* был избран регион Украины, эндемичный для этих видов клещей – Хмельницкая область. Территория области представлена лугами, полями, пастбищами и лесами, которые в прошлом активно использовались по сельскохозяйственному или иному назначению, но в настоящее время представлены неоднородными культурными и заброшенными участками. На территории области были выбраны три участка для исследования размером 5 км² вблизи городов Хмельницкий, Каменец-Подольский и Староконстантинов и неподалеку водоемов. На каждом участке были избраны и исследованы три различных территории площадью 500 м²: первая – стационарное пастбище для крупного рогатого скота и лошадей; вторая – равнина, используется для сбора сена; третья – пустыри, заброшенные участки, на которых отсутствует какая-либо хозяйственная деятельность. Пустыри – это луга различной площади, которые в течение последних 10 лет не обрабатывались, и где наблюдалась разнообразная растительность с высокой травой и кустарниками. На всех участках исследовали высоту растительности и влажность.

Сборы клещей проводили дважды, весной и осенью в сезон наибольшей активности клещей, которая была установлена в наших предыдущих исследованиях (Левицкая, В. 2019). Клещей собирали из растительности на «флаг» из белой хлопчатобумажной ткани размером (1 x 1 м) в

определенных выше зонах. Сбор клещей проводили в период наибольшей ежедневной активности клещей – утром и вечером. На всех участках сборы проводили в один день во избежание ошибки и стандартизации условий отбора проб. Клещей идентифицировали по виду, полу и по стадии развития, подсчитывали и рассчитывали плотность клещей на 100 м² за одно посещение участка.

Кроме того, на территории Хмельницкой области были исследованы участки после пожаров. Один участок, расположенный вблизи города Каменец-Подольский, был сожжен осенью 2017 года, и плотность клещей там контролировали весной и осенью 2018 года. Второй участок была расположена вблизи города Староконстантинов, сожжен был весной 2019 и сборы клещей проводили там весной и осенью 2019 года. Для каждой послепожарной зоны в непосредственной близости была выбрана «зона контроля», включающая целые несгоревшие участки. Первые сборы клещей проводили через месяц после пожара. Обгоревшие и контрольные участки были одинаковы по растительному покрову. Сборы клещей проводили в послепожарной зоне и на соответствующих соседних контрольных участках дважды за каждый сезон активности клещей, соблюдая тот же график, что описан выше для различных территорий.

Клещей идентифицировали по видам, стадии развития и полу, подсчитывали и рассчитывали плотность клещей на 100 м² (каждое посещение определенного участка). Статистический анализ проводили по стандартным методикам, учитывая регион, исследуемую территорию, сезон, год (Ойвин, И. 1960).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В течение 2017-2019 годов было собрано 1596 клещей вида *D. reticulatus*, среди них 159 на пастбищах, 329 – на лугах, 1108 – на пустырях, в том числе 923 самок, 654 самцов, 19 нимф. Кроме того, было собрано 265 клещей *I. ricinus*, среди них 32 на пастбищах, 71 – на лугах, 162 – на пустырях, среди которых 148 самок, 103 самца и 14 нимф. Все факторы, которые были учтены при статистическом анализе, оказали значительное влияние на плотность клещей обоих видов. Территория сбора имела наибольшее влияние на плотность клещей, но также наблюдалась корреляция и с другими факторами. Наблюдалась четкая зависимость количества клещей от региона сбора. Средняя плотность взрослых особей клещей *D. reticulatus* (самцов и самок) была самой низкой на пастбищах ($1,41 \pm 0,67 / 100 \text{ м}^2$), вдвое больше на лугах ($2,79 \pm 0,91 / 100 \text{ м}^2$) и в 7 раз выше на пустырях ($9,64 \pm 1,02 / 100 \text{ м}^2$). Для сравнения, средняя плотность взрослых особей клещей *I. ricinus* (самцов и самок) была самой низкой на пастбищах ($1,22 \pm 0,76 / 100 \text{ м}^2$), вдвое больше на лугах ($2,13 \pm 0,86 / 100 \text{ м}^2$) и в 5 раз выше на пустырях ($6,52 \pm 0,96 / 100 \text{ м}^2$) (Таблица 1).

Таблица 1. Среднее количество клещей *D. reticulatus* и *I. ricinus* на 100 м² в разных регионах Хмельницкой области

Место сбора	Весна			Осень		
	Луга	Пастбища	Пустыри	Луки	Пастбища	Пустыри
2017						
Каменец-Подольский	2,37±0,96	0,97±0,46	8,46±1,14	0,82±0,66	0,35±0,12	2,04±0,65
Хмельницкий	2,08±0,65	1,06±0,74	9,21±1,08	0,73±0,72	0,41±0,09	3,17±1,12
Староконстантинов	1,59±0,83	1,93±1,02	7,78±1,25	0,61±0,43	0,59±0,31	2,13±0,94
2018						
Каменец-Подольский	2,12±0,79	1,09±0,96	9,12±1,19	0,76±0,12	0,48±0,24	3,29±1,28
Хмельницкий	2,66±0,81	1,24±0,71	12,08±1,02	0,91±0,71	0,56±0,17	5,17±0,77
Староконстантинов	1,73±0,63	2,34±0,95	8,56±0,81	0,64±0,52	0,79±0,64	2,46±0,97
2019						
Каменец-Подольский	2,71±1,16	1,43±0,83	10,94±1,16	0,88±0,67	0,62±0,23	3,43±1,10
Хмельницкий	3,15±0,89	1,72±0,74	14,37±2,09	1,04±1,04	0,45±0,17	6,24±0,89
Староконстантинов	2,96±0,72	2,84±0,96	9,12±1,45	1,17±0,96	0,81±0,54	2,78±1,02

Однако другие факторы также влияли на численность клещей обоих видов. Наблюдались довольно значительные различия среди годов исследования, а именно рост плотности клещей с 2017 по 2019 год. Кроме того, наблюдались значительные различия в количестве клещей между

двумя сезонами. В целом средняя плотность клещей *D. reticulatus* и *I. ricinus* на всех участках была втрое больше весной по сравнению с осенним сезоном. Установлено, что были значительные различия в средней плотности клещей между регионами исследования. В целом средняя плотность клещей обоих видов на всех участках вместе была значительно выше в местах вблизи городов, по сравнению с загородными территориями. Независимо от региона исследования, также наблюдались незначительные различия в плотности клещей между отдельными участками. Самая высокая средняя плотность клещей была зафиксирована на двух участках вблизи города Хмельницкий и на одной в Каменце-Подольском.

Было установлено четыре достоверных корреляции факторов, влияющих на распространённость клещей *D. reticulatus* и *I. ricinus*, каждая из которых включает территорию исследования. За три года самая высокая плотность клещей обоих видов зафиксирована на заброшенных землях, несмотря на заметный прирост клещей в течение 3-х лет. Разница между численностью клещей на лугах и пастбищах была менее заметной в течение первого года исследования, когда общая численность обоих видов клещей была ещё относительно низкой.

В течение двух сезонов самая высокая плотность клещей *D. reticulatus* зафиксирована на заброшенных участках весной и установлены четкие различия в зависимости от среды обитания. Установлено, что самая низкая плотность клещей *D. reticulatus* была зарегистрирована на лугах ($0,61 \pm 0,34 / 100 \text{ м}^2$) и пастбищах ($0,35 \pm 0,09 / 100 \text{ м}^2$) осенью, после целого года эксплуатации этих земель для выпаса скота и скашивания травы.

Подобная ситуация наблюдалась и для клещей *I. ricinus*. Самую высокую плотность клещей наблюдали весной на пустырях ($10,21 \pm 1,19 / 100 \text{ м}^2$) и пастбищах ($3,12 \pm 0,86 / 100 \text{ м}^2$), а самую низкую – осенью на лугах ($0,56 \pm 0,13 / 100 \text{ м}^2$).

Во время исследований наблюдались различия между всеми тремя участками сбора, разница между лугами и пастбищами была менее выраженной на загородных территориях, где общая плотность клещей обоих видов была относительно низкой. Плотность обоих видов клещей отличалась между участками от 15-20 клещей / 100 м^2 на участках с высокой плотностью (Хмельницкий, Каменец-Подольский) до 2-3 клещей / 100 м^2 в местах с низкой плотностью (Староконстантинов). Различия в зависимости от территории, наблюдались на участках в Хмельницком (выше плотность на пастбище по сравнению с лугом) и Каменце-Подольском (подобная плотность, как на пустырях, так и на лугах).

При проведении исследований на послепожарных и интактных участках получены следующие данные. С весны 2017 года до осени 2019 проводились сборы на сожженных и на непострадавших соседних участках. В течение данного периода было собрано 482 взрослых клещей *D. reticulatus*, в том числе 255 самок, 218 самцов и 9 нимф и 32 *I. ricinus*, включая 18 самок и 14 самцов. Было установлено, что на сожженных участках существуют значительные различия в плотности клещей по сравнению с контрольными. Так на первой опытной участке в г. Каменец-Подольский плотность клещей составила $1,34 \pm 0,72 / 100 \text{ м}^2$, а на втором в г. Староконстантинов – $0,90 \pm 0,46 / 100 \text{ м}^2$. Стоит отметить, что на контрольных участках средняя плотность клещей составила $8,39 \pm 1,02 / 100 \text{ м}^2$. Установлено, что на сожженных участках по сравнению с контрольными, плотность клещей была в 8 раз меньше. Эта тенденция наблюдалась весной и осенью, несмотря на отсутствие визуальных различий в растительном покрове между исследованными территориями в осенние месяцы, через длительный срок после пожара.

Плотность клещей *D. reticulatus* была в 7 раз выше, а *I. ricinus* – в 5, на заброшенных участках по сравнению с лугами или пастбищами, на которых выпасался скот или собирали траву на корм животным. Основные различия между средами обитания, что изучались, были в растительном покрове, который был самым низким на пастбищах и самым высоким на пустырях. Согласно нашим наблюдениям, влажность на пастбищах также была низкой; мы часто наблюдали сухие участки травы или обнаженного грунта, особенно на пастбищах осенью. На сегодняшний день точных данных о плотности популяций грызунов на обработанных и необработанных землях недостаточно, многие авторы предполагают, что пустыри являются лучшей средой для обитания грызунов и для других видов мелких млекопитающих (Medlock, J., 2013). Грызуны являются основными хозяевами для незрелых форм клещей, включая такие виды клещей как *D. reticulatus*

и *I. ricinus* (Welc-Falęciak, R. et al. 2014; Paziewska, A. et al. 2010). Кроме того, расширенные площади пустующих земель обеспечивают соответствующую среду для существования и размножения мелких млекопитающих. Дикие пустыри также составляют стабильную и безопасную среду обитания для млекопитающих среднего и большого размера, таких как олень, серна, дикий кабан и рыжая лиса. Во многих европейских странах популяция серны расширилась в последние годы, и некоторые авторы рассматривают их не только как основных хозяев для взрослых клещей *I. ricinus*, но также и для клещей *D. reticulatus*. Поэтому неудивительно, что риск поражения клещами вырос пропорционально численности животных (Chapron, G. et al. 2014; Karbowiak, G. 2014). Причины расширения популяций диких животных не совсем понятны, однако увеличилось участки заброшенных земель, обеспечивающих необходимые для животных условия существования, где отсутствуют хищники.

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют о том, что первопричинами увеличения плотности клещей *D. reticulatus* и *I. ricinus* являются изменения использования сельскохозяйственных земель, что создало пригодные среды обитания как для клещей, так и для их основных хозяев. Установлено, что пустыри могут служить резервуаром клещей для близлежащих культурных территорий. В нашем исследовании большинство клещей, собранных на лугах весной, было найдено в непосредственной близости от заброшенных земель, в соседнем поясе 1-2 м шириной. Подобных полевых исследований, с которыми мы можем сравнить наши выводы немного. Однако подобные исследования были проведены в Польше и Венгрии (Hornok, S. et al. 2014; Mierzejewska, E. et al. 2015). В первом исследовании были получены данные, которые совпадают с нашими. А во втором клещей *D. reticulatus* было значительно больше на лугах по сравнению с пастбищами, а в лесах их вообще обнаружено не было. Установлено, что плотность клещей *D. reticulatus* была выше в местности вблизи крупных городов, по сравнению с полустественными биотопами, подобно нашим исследованиям. Ранее сообщалось, что площади вокруг крупных городов составляют основные очаги клещей с высокой плотностью, что связано с высоким риском заражения трансмиссивными болезнями (Zygner, W. et al. 2009; Mierzejewska, E. et al. 2015).

Наибольшие различия в плотности клещей были обнаружены между сожженными и интактными территориями. Поэтому предыдущими, а также нашими исследованиями можно подтвердить утверждение, что сжигание травостоев может оказать значительное регулирующее влияние на популяции иксодовых клещей (Mierzejewska, E. et al. 2015). Установлено, что различия в плотности клещей отмечались в течение всего вегетационного периода, несмотря на отсутствие видимого различия в растительном покрове между сожженными и нетронутыми участками. Также, стоит отметить, что повторное заселение этих территорий клещами также происходило значительно медленнее, возможно из-за ухода с сожженных территорий хозяев незрелых форм клещей. Можно сделать вывод, что сжигание очень эффективно контролирует численность клещей; однако это также представляет большой риск для других животных и человека. Сжигание травостоев сейчас строго запрещено украинским и европейским законодательством, но, к сожалению, все еще практикуется во многих регионах. Однако, эта практика сейчас существенно ограничена, и как нами подтверждено, уменьшение площадей, которые сжигают, является одним из факторов, который привел к заметному увеличению уровня плотности клещей на открытых участках.

ВЫВОДЫ

Важнейшим результатом нашего исследования является демонстрация выраженного различия в плотности иксодовых клещей *D. reticulatus* и *I. ricinus* между культурными и некультурными угодьями.

Наблюдалась четкая зависимость количества клещей от региона сбора. Средняя плотность взрослых особей клещей *D. reticulatus* была самой низкой на пастбищах и в 7 раз выше на пустырях, подобно, как и для клещей *I. ricinus*. В течение двух сезонов самую высокую плотность клещей *D. reticulatus* зафиксировано на заброшенных участках весной. Установлено, что на сожженных участках по сравнению с интактными, плотность клещей также была в 8 раз меньше. Поэтому в результате наших исследований установлено, что сельскохозяйственная деятельность человека значительно влияет на плотность иксодовых клещей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. BEUGNET, F., CHALVET-MONFRAY, K. (2013). Impact of climate change in the epidemiology of vector-borne diseases in domestic carnivores. In: Comparative immunology, microbiology and infectious diseases, vol. 36(6), pp. 559–566. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2013.07.003>.
2. CERNY, V., SZYMANSKI, S., DUSBABEK, F., DANIEL, M., HONZAKOVA, E. (1982). Survival of unfed *Dermacentor reticulatus* (Fabr.) adults under natural conditions. In: *Wiadomości parazytologiczne*, vol. 28, pp. 27–31.
3. CHAPRON, G., KACZENSKY, P., LINNELL, J. D., von Arx, M., Huber, D., Andrén, H., López-Bao, J. V., Adamec, M., Álvares, F., Anders, O., Balčiauskas, L., Balys, V., Bedő, P., Bego, F., Blanco, J. C., Breitenmoser, U., Brøseth, H., Bufka, L., Bunikyte, R., Ciucci, P., ... Boitani, L. (2014). Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. In: *Science* (New York, N.Y.), vol. 346(6216), pp. 1517–1519. <https://doi.org/10.1126/science.1257553>
4. FÖLDVÁRI, G., ŠIROKÝ, P., SZEKERES, S., MAJOROS, G., SPRONG, H. (2016). *Dermacentor reticulatus*: a vector on the rise. In: *Parasites & vectors*, vol. 9(1), p. 314. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1599-x>.
5. GUGLIELMONE, A., ROBBINS, R.G., APANASKEVICH, D., PETNEY, T.N., ESTRADA-PEÑA, A., HORAK, I.G. (2014). The hard ticks of the world. Dordrecht: Springer Science+Business Media.
6. HORNOK, S., FARKAS, R. (2009). Influence of biotope on the distribution and peak activity of questing ixodid ticks in Hungary. In: *Medical and Veterinary Entomology*, vol. 23(1), pp. 41–46.
7. HORNOK, S., MELI, M. L., GÖNCZI, E., HALÁSZ, E., TAKÁCS, N., FARKAS, R., HOFMANN-LEHMANN, R. (2014). Occurrence of ticks and prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* and *Borrelia burgdorferi* s.l. in three types of urban biotopes: forests, parks and cemeteries. In: *Ticks and tick-borne diseases*, vol. 5(6), pp. 785–789. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.05.010>.
8. HUBÁLEK, Z., HALOUZKA, J., JURICOVA, Z. (2003) Host-seeking activity of ixodid ticks in relation to weather variables. In: *Journal of Vector Ecology*, vol. 28, pp. 159–165.
9. JONGEJAN, F., RINGENIER, M., PUTTING, M., BERGER, L., BURGERS, S., KORTEKAAS, R. et al. (2015). Novel foci of *Dermacentor reticulatus* ticks infected with *Babesia canis* and *Babesia caballi* in the Netherlands and in Belgium. In: *Parasites & Vectors*, vol. 8, pp. 1–10.
10. JONGEJAN, F., UILENBERG, G. (2004). The global importance of ticks. In: *Parasitology*, vol. 129. doi:10.1017/s0031182004005967.
11. KARBOWIAK, G. (2014). The occurrence of the *Dermacentor reticulatus* tick-its expansion to new areas and possible causes. In: *Annals of parasitology*, vol. 60(1), pp. 37–47.
12. KUBELOVÁ, M. (2015). Canine babesiosis at the door! Spreading into the Czech Republic, PhD Thesis. Brno: University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences.
13. MEDLOCK, J. M., HANSFORD, K. M., BORMANE, A., DERDAKOVA, M., Estrada-Peña, A., George, J. C., Golovljova, I., Jaenson, T. G., Jensen, J. K., Jensen, P. M., Kazimirova, M., Oteo, J. A., Papa, A., Pfister, K., Plantard, O., Randolph, S. E., Rizzoli, A., Santos-Silva, M. M., Sprong, H., Vial, L., ... Van Bortel, W. (2013). Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. In: *Parasites & vectors*, vol. 6, <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-1>
14. MIERZEJEWSKA, E.J., PAWEŁCZYK, A., RADKOWSKI, M., WELC-FAŁĘCIAK, R., BAJER, A. (2015). Pathogens vectored by the tick, *Dermacentor reticulatus*, in endemic regions and zones of expansion in Poland. In: *Parasites & Vectors*, vol. 8, p. 490.
15. MIERZEJEWSKA, E. J., ALSARRAF, M., BEHNKE, J. M., BAJER, A. (2015). The effect of changes in agricultural practices on the density of *Dermacentor reticulatus* ticks. In: *Veterinary parasitology*, vol. 211(3-4), pp. 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.05.023>
16. PAZIEWSKA, A., ZWOLIŃSKA, L., HARRIS, P. D., BAJER, A., SIŃSKI, E. (2010). Utilisation of rodent species by larvae and nymphs of hard ticks (Ixodidae) in two habitats in NE Poland. In: *Experimental & applied acarology*, vol. 50 (1), pp. 79–91. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9269-8>
17. PETNEY, T.N., PFÄFFLE, M.P., SKUBALLA, J.D. (2012). An annotated checklist of the ticks (Acari: Ixodida) of Germany. In: *Systematic and Applied Acarology*, vol.17, pp. 115–70.
18. RIZZOLI, A., SILAGHI, C., OBIEGALA, A., RUDOLF, I., HUBÁLEK, Z., FÖLDVÁRI, G., PLANTARD, O., VAYSSIER-TAUSSAT, M., BONNET, S., SPITALSKÁ, E., & KAZIMÍROVÁ, M. (2014). *Ixodes ricinus* and Its Transmitted Pathogens in Urban and Peri-Urban Areas in Europe: New Hazards and Relevance for Public Health. In: *Frontiers in public health*, vol. 2, p. 251. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00251>
19. ŠIROKÝ, P., KUBELOVÁ, M., BEDNÁŘ, M., MODRÝ, D., HUBÁLEK, Z., TKADLEC, E. (2011). The distribution and spreading pattern of *Dermacentor reticulatus* over its threshold area in the Czech Republic—How much is range of this vector expanding? In: *Veterinary Parasitology*, vol.183, pp. 130–135.
20. SONENSHINE, D., ROE, R., editors. (2014). *Biology of ticks*. Oxford, UK: Oxford University Press.

21. WELC-FAŁĘCIAK, R., KOWALEC, M., KARBOWIAK, G., BAJER, A., BEHNKE, J. M., & SIŃSKI, E. (2014). Rickettsiaceae and Anaplasmataceae infections in Ixodes ricinus ticks from urban and natural forested areas of Poland. In: *Parasites & Vectors*, vol. 7, p. 121. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-121>
22. ZYGNER, W., GÓRSKI, P., WEDRYCHOWICZ, H. (2009). New localities of Dermacentor reticulatus tick (vector of Babesia canis canis) in central and eastern Poland. In: *Polish Journal of Veterinary Sciences*, vol. 12, pp. 549–555.
23. ЛЕВИЦЬКА, В.А., МУШИНСЬКИЙ, А.Б., БЕРЕЗОВСКИЙ, А.В. (2019). Видовий склад іксодових кліщів у Західному регіоні України. В: Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, Т.22, № 97, С. 187–193. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9730>.
24. ОЙВИН, И.А. (1960). Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований. В: Патологическая физиология и экспериментальная терапия, № 4, С. 76–85.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ЛЕВИЦКАЯ Виктория Андреевна  <https://orcid.org/0000-0003-3100-009X>

кандидат ветеринарных наук, ассистент, Кафедра инфекционных и инвазионных болезней, Факультет ветеринарной медицины и технологий в животноводстве, Подольский государственный аграрно-технический университет, Каменец-Подольский, Украина

E-mail: levytska28@gmail.com

МУШИНСКИЙ Андрей Брониславович  <https://orcid.org/0000-0003-2850-2355>

кандидат биологических наук, доцент, Кафедра инфекционных и инвазионных болезней, Факультет ветеринарной медицины и технологий в животноводстве, Подольский государственный аграрно-технический университет, Каменец-Подольский, Украина

E-mail: Mab61@me.com

Data prezentării articolului: 21.09.2020

Data acceptării articolului: 25.11.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321571

UDC: 636.22/.28.034.084.65

REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF BELARUSIAN COWS (BLACK MOTLEY) WITH EMPHASIS ON THE INFLUENCE OF SOME DRUGS ON ENDOMETRITIS

*Elena HUMINSKAYA, Tatsiana LUPALAVA,
Khairi El BATTAWY, Vitalii PETCU, **Mikalai LOBAN***

Abstract. The current study was carried out to investigate the impact of season of birth, age of the cows, time of first insemination, intervals between inseminations and diseases on fertilization, conception, pregnancy and days open in Belarusian cows. Moreover, «Hysterosan-MK» and «Fertilifil-K» were used for treatment of cows with endometritis. There was insignificant difference in our studies between the reproductive parameters and the season of the year, as well as age of cows. Only 15.7% of the cows were inseminated in the optimal period – 55-74 days, with a standard service period. In 48.3% of cows, the first insemination was carried out too late, and it was after 94.3 ± 5.2 days. The service period of these cows exceeded the standard norm by 56 days. It was characterized by highest number of inseminations (2.7 ± 0.05 times) accompanied with the lowest fertilization rate (7.1%). Cows inseminated for the first time in optimal terms had a fertilization rate of 65.2% and the number of artificial inseminations of 1.3 ± 0.04 times. An extension in the period before the first insemination, followed by low fertilization rate was observed in those investigated cows. That extension may be referred to metabolic disorders and unbalanced ration. The results also declared that an improvement of the fertility of diseased cows was achieved after treatment with «Hysterosan-MK» and «Fertilifil-K» whereby it reached 43.1% and 95.4% respectively. In conclusion, it is economically expedient to carry out the first insemination in the period between 55-74 days. The total economic loss from barrenness for the analyzed animals amounted to 326. 743.7 US dollars or 450.6 US dollars per cow.

Keywords: Cows; Fertilization; Artificial insemination; Diseases; Barrenness; Sexual activity; Economic loss.

INTRODUCTION

The dairy-commodity complexes with free-range content require the existence of 700 dairy cows or more. Such huge number of animals is often vulnerable to many diseases, lack of reproductive efficiency, emergency slaughtering and death. Furthermore, those animals produce approximately 5000-6000 kg milk, which leads to an increase in the cost price of animal. The low fertilization is an indicator that indicates lack of needed work with the herd in all areas, starting from the content and feeding, and ending with proper timed artificial insemination and improvement of the genetic potential of animals. A clear and effective organization of breeding work is hampered by the lack of regular monitoring of the reproduction state of the breeding stock with the analysis of the necessary criteria for the fertility of cows.

Problems with successful insemination have always existed (Гавриченко, Н.И. et al. 2013). The main reason is low conception rate (39.1%) (Fentaye, K., et al. 2018). The most common pathological lesions in infertile cows are the mammary gland lesions (5.5-33.6%) (Гуминская, Е.Ю., et al. 2017; Fentaye, K., et al. 2018), mastitis, calving problems in 20.3 % of cases (Fentaye, K., et al. 2018) and limb diseases (9.3-55.2%) (Гуминская, Е.Ю., et al. 2017). Due to mastitis and lameness, up to 70-80% of animals are culled worldwide, and 20-30% of animals are eliminated after the first lactation (Гуминская, Е.Ю., et al. 2017). Long service period up to 120 days due to multiple unsuccessful inseminations leads to long inter calving period (more than 12 months) and reduces the period of economic use with about 2-3 years (Гуминская, Е.Ю., et al. 2017). This is associated with the main losses of milk production as it is known that milk yield in cows peaks around the sixth lactation, and they produce 25% more milk in comparison with previous lactations.

The reproductive disorders of Belarusian cows are often associated with the occurrence of gynecological diseases: functional disorders of the ovaries (ovarian hypofunction is observed in 25.9-34.6% of cows, persistent CL in cow ovaries -1.8-3.8%, ovarian cysts-3.7-7.7%), and uterine inertia 5,0-12,0%, detention of the afterbirth in 17.4-37.5% of cases; in the postpartum period: hypotension and uterine atony-8.0-11.0%, acute and chronic endometritis 3.3-27.6% of cows) (Гуминская, Е.Ю., et al. 2017).

The objective of the present investigation was to study the effect of birth season, age of the cows, time of first insemination, intervals between inseminations and diseases on fertilization, conception, pregnancy and days open in various cows. Moreover, the current study aimed to evaluate the effectiveness of the drugs «Hysterosan-MK» and «Fertilifil K» in treatment of endometritis.

MATERIALS AND METHODS

The data of 730 Belarusian black-motley breed cows were used in this investigation. Those cows were kept free in farms in the Mozyr District, Gomel Region, Republic of Belarus.

Various reproductive traits and parameters including: periods from calving to first and successful insemination (and for unfertilized animals from calving to last insemination or elimination), number of inseminations per pregnancy, the intervals between inseminations, fertilization after the first insemination were calculated. The selection of those parameters was determined taking into account the age of the animals, the calving season, and the state of animals' health.

The disease of the metritis complex or endometritis, was diagnosed by external examination of the genitalia (presence of purulent discharge) and rectal palpation, where the uterus is enlarged, lowered into the abdominal cavity, and it didn't contract well. The treatment of endometritis of various etiologies in the postpartum period was done using the drug «Hysterosan-MK». Repeatedly inseminated cows, with the syndrome of «multiple sexual activity», were inseminated with the drug «Fertilifil K».

Both drugs were developed by two groups of scientists at the Department of Biotechnology and Veterinary Medicine within the Educational institution «Belarusian State Agricultural Academy» in the composition of Medvedev G.F., Dolin N.I., Gavrichenko N.I., Belyavsky V.N. and Boreyko E.S. for the first drug, and Medvedev G.F., Gavrichenko N.I., Kukhtin O.N., and Huminskaya E.Yu., for the second drug respectively, and were produced by the production unitary «Mogilev Enterprise of Veterinary Medicines».

The drug «Hysterosan-MK» was dissolved in 50 ml of distilled water and administered intrauterine every 4-5 days. For a complete recovery were required 2-3 infusions (in complex cases, 4-5 infusions are needed).

Repeatedly inseminated cows (with the syndrome of repeat breeding syndrome) were inseminated with the drug «Fertilifil K». The drug was administered as a solution (mixture into 20 ml of distilled water), into the uterus of the cow before insemination, using a pipette. The animal was inseminated not earlier than 15 minutes after drug's administration. If it was necessary to repeat insemination during the cow's sexual activity, then the drug was used only before the first insemination.

Biochemical blood tests of cows were investigated in LU «Mozyr District Veterinary Station». Zootechnical analysis of feed was carried out in the Research Institute of Applied Veterinary Medicine and Biotechnology of UO «Vitebsk order «Badge of Honor «State Academy of Veterinary Medicine». Blood was analyzed from animals in different physiological states: milk cows of the main herd, dry cows, freshly calved heifers and heifers of breeding age. It was studied the content of carotene, calcium, phosphorus, reserve alkalinity, total protein, glucose. In the feed included in the ration were determined, the content of feed units, metabolic energy, digestible and crude protein, dry matter, crude fat, fiber, carotene, macro, and micronutrients.

The economic damage from barrenness was determined by the formula: (Митюков, А.С. et al, 1988).

$$Lb = K \times Db \times P \times PP \times n$$

where, Lb - is the sum of the losses from barrenness, USD.;

K - constant coefficient of 3.29;

Db - days of barrenness are determined by calculating 85 days from the actual duration of the service period;

P - productivity of cows, thousand kg of milk; n - number of cows;

PP - purchase price of 1 kg of milk of basic fat content of the region, USD.

The obtained data were processed using the «Statistics» program.

RESULTS AND DISCUSSIONS

In the analyzed farms, calvings are unevenly distributed by the seasons of the year. The peak of calvings occurs in the summer (30.1%) and autumn (26.7%) seasons. Such distribution of calving during the year cannot ensure high milk production rates (Table 1).

Fertilization after the first insemination in the autumn period was 61.6%. However, in the winter, spring and summer periods, this indicator was lower than the standard of 55% by 28%, 32%, and 30%, respectively. Low fertilization rate induced an increase in the number of inseminations in these periods and the lower is the fertilization rate (in the spring – 23%), the higher was the number of inseminations, 2.2 ± 0.1 times.

Table 1. Reproductive performance of cows depending on the calving season

Reproductive parameters	Winter n = 165 (22.6%)	Spring n = 150 (20.5%)	Summer n = 220 (30.1%)	Autumn n = 195 (26.7%)
	$\bar{X} \pm m_x$	$\bar{X} \pm m_x$	$\bar{X} \pm m_x$	$\bar{X} \pm m_x$
Periods from calving (days) to 1st insemination	47.1±2.7	44.1±1.6	51.5±1.5	51.3±1.5
Fertilization	104.1±7.5	112.4±6.4	87.0±3.3	79.6±5.2
Number of inseminations	1.7±0.1	2.2±0.1	1.7±0.6	1.5±0.06
Conception rate, %	22.4	22.6	35.9	61.6
Number of eliminated cows, heads	27	23	25	15
Number of cows with diseases, heads.	38	50	41	24

Carrying out the first insemination without taking into account sexual cycles led to low fertilization rate and an increase in the number of inseminations, which in turn increased the service period. This indicator exceeded the standard (which is 85 days), 1.2 times in winter, and 1.3 times in spring. The service period was approaching in the summer to the standard indicator - 87.0±3.3 days, but in autumn, it was lower than the standard-79.6±5.2 days.

The percentage of sick animals after spring calving was 33.3%, after winter calving – 23.0%, after summer – 18.6%, and after autumn – 12.3%. These data indicate that in all seasons the incidence of sickness at cows was high.

Table 2. Reproductive performance of cows depending on age

Reproductive parameters	2 - 3 years n= 83	4 - 6 years n= 647
	$\bar{X} \pm m_x$	$\bar{X} \pm m_x$
Periods from calving (days) to 1st insemination	50.1 ± 2	49 ± 1
Fertilization	91.7±8.1	90.2± 2.7
Number of inseminations, times	1.8 ± 0.1	2 ± 0.04
Conception rate, %	59	37.4
Number of eliminated cows, heads.	0	91
Number of cows with diseases, heads.	11	113

In this study, most cows were 4-6 years old (88.6%) while animals of 7 years and older were absent (Table 2). Regardless of age, the first insemination was carried out 49-50 days after calving and the service period corresponded to physiological norms-90.2-91.7 days. However, at the same service period, in more adult animals, the number of inseminations for fertilization increased - 2±0,04 times. The fertilization in young animals was 59%, which is a satisfactory indicator. Fertilization decreases with age and in 4-6 years it is lower than the standard indicator of 55% by 17.6%. This is due to a higher incidence of diseases-17.4%. Young cows were not culled, but for cows with age, the cull was 14.1%.

The reproductive performance of cows is largely determined by the time of the first insemination after calving. Fertilization and service period depend on it (Table 3).

Table 3. Reproductive performance of cows depending on the time of the first insemination

Reproductive parameters	up to 54 days n=262 (35%)	between 55 - 74 days n=115 (15.7%)	over 75 days n=353 (48.3%)
	$\bar{X} \pm m_x$	$\bar{X} \pm m_x$	$\bar{X} \pm m_x$
Periods from calving (days) to 1st insemination	41.5±0.4	62±0.4	94.3±5.2
Periods from calving (days) to fertilization	32.4±1.2	63.8±0.5	141±3.4
Number of inseminations, times	0.8±0.02	1.3±0.04	2.7±0.05
Conception rate, %	73.3	65.2	7.1
Number of eliminated cows, heads.	66 (25.1%)	5 (4.3%)	20 (5.6%)
Number of cows with diseases, heads.	71 (27%)	8 (6.9%)	76 (21.5%)

Due to the intensive use of animals and unbalanced feeding in the first months after calving, insemination of animals in the first and even in the second sexual activity is rarely effective. This is due to the lack of energy for the development of follicles and good oocytes quality. The first insemination in most cows of 48.3% in the analyzed group was carried out too late, meaning after 94.3 ± 5.2 days. The interval before the first insemination didn't exceed 45 days in 35% of animals, and only 15.7% of animals were inseminated in the optimal period - 55-74 days.

Respectively, in animals inseminated in the period up to 45 days and in the period between 55-74 days, the service period didn't exceed the standard of 85 days, and in animals inseminated for the first time in the period of 75 days or more, the service period exceeded the standard indicator by 56 days. Fertilization rates and the number of inseminations also depended on the time of the first insemination. Thus, the highest fertilization rate of 73.3% and the lowest number of inseminations was typical for animals inseminated for the first time in the period up to 45 days, and the lowest fertilization rate of 7.1% and the highest number of inseminations of 2.7 ± 0.05 times, corresponded to the late first insemination of 75 days or more. Cows inseminated for the first time in optimal terms had a fertilization rate of 65.2% and the number of inseminations of 1.3 ± 0.04 times. The largest number of dropped out, and cows with diseases of 25.1% and 27%, respectively, are typical for the group of animals inseminated in early terms. The lowest number of eliminated animals, as well as with diseases, is typical for the group of animals inseminated for the first time in the optimal time with 4.3% and 6.9%, respectively.

Based on the above and taking into account the high incidence of diseases, the need for full recovery and the economic side, it is recommended to carry out the first insemination in the period of 55-74 days (Salisbury & Van Demark 1966).

Table 4. Distribution of the service period by duration depending on the time of the first insemination

Service period in cows	Period from calving to first insemination					
	up to 54 days		between 55-74 days		over 75 days	
	n	%	n	%	n	%
up to 85 days	312	70.9	104	46.4	16	24.2
between 86 - 120 days	48	10.9	36	16.1	21	31.8
over 121 days	80	18.1	84	37.5	29	43.9
Itoro	440	100	224	100	66	100

At the 1st insemination in the period up to 54 days in 70.9% of animals the service period was 85 days or less, and in 18.1% of animals it was 121 days or more. In 46.4% of animals inseminated in optimal terms between 55-74 days the service period was 85 days or less. When the 1st insemination was delayed to 75 days or more, 31.8% of animals had a service period of 86-120 days, and 43.9% of animals had a service period of 121 days or more (Table 4). Consequently, the delay of the first insemination after calving for various reasons leads to an increase in the duration of the service period. The long duration of the service period can also be associated with long intervals between infertility and re-insemination. In the analyzed farms, the duration of such intervals is too long (Table 5).

Table 5. Frequency of intervals of different lengths between inseminations

Intervals between insemination, days	Standard interval frequency, %	Actual frequency of intervals for the entire observation period, %	Winter	Spring	Summer	Autumn
2 - 17	up to 13	17.1	1.7	-	1.7	1.7
18 - 24	> 53	25	42	23.8	19	14.3
25 - 35	up to 15	25	31.1	14.9	25.7	28.4
36 - 48	up to 10	25	40.2	14	31	15
over 49	up to 10	24.8	27.2	16.2	24.3	31

Table 5 showed that 17.1% of cows were inseminated in the interval from 2-17 days after calving, at an established rate of 13%, which is associated with the use of hormonal drugs (prostaglandins) in the treatment of healthy animals. Normal intervals between inseminations from 18-24 days are only 25%, at a rate of 53% or more. Em-

bryonic mortality in the herd was 25% with the interval between inseminations of 25-35 days. This may be due to disturbance of the hormonal status of animals as a result of metabolic disorders, i.e. with insufficient energy for the full functioning of the ovaries (CL). Double intervals of 36-48 days are 2 times more than the established norm of 25% against 10%. This indicates errors in the detection of sexual activity or its skips.

On analyzing the distribution of intervals between inseminations depending on the season of the first insemination, it was found that the lowest percentage (14.3%) of normal intervals was in autumn. The percentage of doubled intervals is significantly higher in winter and summer with 40.2% and 31% respectively. It can be, in our opinion, due to misses of current sexual activity, and disturbance of sexual cyclicity because of unbalanced feeding. The frequency of intervals of 49 days or more in all seasons of the year was high and exceeded 2-3 times the standard figure.

Table 6 elaborates the frequency of different intervals between inseminations in animals depending on the presence or absence of obstetric and gynecological diseases.

Table 6. Frequency of intervals of different length between inseminations taking into account diseases

Intervals between insemination, days	Healthy cows		Sick cows	
	n	%	n	%
2 - 17	305	52.4	86	58.1
18 - 24	54	9.3	7	4.7
25 - 35	45	7.7	5	3.4
36 - 48	60	10.3	6	4.05
over 49	118	20.3	44	29.7
IN TOTAL	582	100	148	100

Respectively, in animals inseminated in the period up to 45 days and in the period between 55-74 days, the service period did not exceed the standard of 85 days, and in animals inseminated for the first time in the period of 75 days or more, the service period exceeded the standard indicator by 56 days. The fertilization rates and the number of inseminations also depended on the time of the first insemination. Thus, the highest fertilization rate of 73.3% and the lowest number of inseminations was typical for animals inseminated for the first time in the period up to 45 days, and the lowest fertilization rate of 7.1% and the highest number of inseminations of 2.7 ± 0.05 times, corresponded to the late first insemination of 75 days or more. Cows inseminated for the first time in optimal terms had a fertilization rate of 65.2% and the number of inseminations of 1.3 ± 0.04 times. The largest number of dropped out, and cows with diseases of 25.1% and 27%, respectively, are typical for the group of animals inseminated in early terms. The lowest number of eliminated animals, as well as with diseases, is typical for the group of animals inseminated for the first time in the optimal time with 4.3% and 6.9%, respectively.

Analyzing the frequency of different intervals between insemination in healthy and sick animals, we can see that all of them have a very low frequency of normal intervals of 9.3% and 4.7%, respectively. The intervals mainly with the duration of 2-17 days prevailed, and most of them (58.1%) were sick animals. We associate this with the treatment scheme, in which a prerequisite is the introduction of prostaglandins, after which the animals come in estrus and are fertilized despite of any diseases. In healthy animals, a large number of small intervals are associated as well with the use of prostaglandins, but due to the fact that cows didn't come in estrus. Also, a large number of intervals of 49 or more days have 20.3% in healthy animals, and 29.7% in sick cows. The cause of that may be due to previous diseases whether nutritional or infectious and lack of sexual activity.

Most of the cows in the analyzed group didn't have obstetric and gynecological diseases. Their period before the first insemination was of 51.7 ± 0.7 days, and before fruitful insemination composed 88.8 ± 2.2 days. The number of inseminations did not exceed the standard indicator 2 and amounted to 1.8 ± 0.04 , and fertilization was 48.1% (Table 7).

In animals with diseases, the number of inseminations for fertilization increased and amounted to 3.2 ± 0.2 times. The service period increased to 181.9 ± 10.9 days. In our opinion, this is due to a violation in the detection of cows in the sexual activity, as well as the lack of obvious signs of animals sexual activity (silent sexual activity), and metabolic disorders due to the lack of a balanced feed. The increase in the period before the first insemination, and therefore, low fertilization of 14% in sick animals, is also possibly associated with metabolic disorders.

Table 7. Reproductive performance of healthy and sick animals

Reproductive parameters	Healthy n = 582	With diseases n = 57
	$\bar{X} \pm m_x$	$\bar{X} \pm m_x$
Periods from calving (days) to 1st insemination	51.7±0.7	56.5±2.8
fertilization	88.8±2.2	181.9±10.9
Number of inseminations, times	1.8±0.04	3.2±0.2
Conception rate, %	48.1	14

The organization of normalized, balanced, full and rational feeding is the main factor determining the health and productivity of animals, feed payment and profitability of animal husbandry. Per day, cows are fed, in the form of single feed, 3.0 kg of hay (8.0%), 1.3 kg of rapeseed cake (3.4%), 25 kg of silage (67.0%) and 0.25 kg of mixed fodder per liter of milk (13.4%). The chemical composition of feed is given in table 8.

Table 8. Chemical composition of feed

Determined analysis	Corn, silage	Crushed corn	Rapeseed cake	Concentrate feed	Hay
Feed Unit	0.16	0.69	1.01	1.1	0.48
Exchange energy in MJ	1.73	6.4	12.89	11.1	7.09
dry substance in g	0.172	0.685	0.93	0.886	0.854
crude protein in g	18.41	90.81	309.4	156	122.26
crude fat in g	6.47	29.6	150.15	75.7	18.76
crude fiber in g	38.21	19.29	111.93	36.7	296.79
crude ash in g	5.99	13.5	-	-	55.72
carotene in mg	14	0	-	-	19
calcium in g	0.91	2.3	6.1	6.2	5.88
phosphorus in g	0.54	0.67	10.4	9.6	2.8
mangan in mg	5.56	3.69	-	61.1	48.71
cobalt in mg	0.005	0.01	-	1.2	0.141
cupru in mg	0.603	0.395	-	9.4	5.907
zinc in mg	3.45	10.83	-	68.1	29.71

The following feed samples were selected for the chemical study: hay of mixed grass, rapeseed cake, corn silage, concentrate feed. We obtained the following results according to a comprehensive assessment of the samples of corn silage, which is correlated to the non-class quality, and mixed hay received the second class of quality. The daily ration of feeding was made on the basis of the feed chemical composition (Table 9).

The ration was not balanced for the dairy herd in the farms in most nutrients. Excess of crude protein was 3.5%, of crude fat was 85% and phosphorus was 18.6%. The admissible deviations were +5% for EFU and +10% for other indicators. Also, it was found the insufficient content of fiber, which leads to disruption of scar digestion in the animal. The calcium-phosphorus ratio was 1.0, whereas at normal it is 1.44. This means that on 1 g of phosphorus in this ration can be optimally absorbed 1.44 g of calcium. It turns out that 0.44 g of calcium per 1 g of phosphorus in this case, may not be absorbed. To bring the calcium-phosphorus ratio to the optimal level in this ration, it is necessary to exclude partially feeds rich in calcium or introduce phosphorus supplements. This ration will not provide the planned productivity and can be used only after the elimination of all shortcomings. The concentration of Energy Feed Units in 1 kg of dry matter corresponds to 96.9% satisfaction. Satisfaction with Energy Feed Units in milk yield is 10.8%.

A biochemical study of animal blood was carried out in order to determine the degree of metabolic disorders, (Table 10).

The content of carotene and total glucose in blood of cows were below normal. Carotene is vital for normal growth and reproduction, as well as to increase the body's resistance to pathogens of various diseases. It enters the body of herbivores exclusively with plant feeds, since the animal body cannot synthesize it independently. It has antioxidant properties, provides cellular protection; affects the viability and fertilization of the ovule. Carotene affects the readiness of the endometrial mucosa for embryo implantation, reducing embryonic mortality; it is necessary for the growth and development of the fetus during the intrauterine period and during the neonatal period (Дмитриева, Т.О. 2012).

Table 9. Daily ration of cows feeding

Determined analysis	norm	Corn, silage, kg	Crushed corn, kg	Rape-seed cake, kg	Concent rate feed, kg	Hay, kg	Total	± to norm	% satisfactions
		25	3	1.3	5	3	37.3		
Energy Feed Unit	16,8	4	2.1	1.3	5.5	1.4	14.3	-2.4	85.2
Exchange energy in MJ	168	43.2	19.2	16.7	55.5	21.2	155.9	-12.0	92.8
dry substance in kg	15,7	4.3	2.1	1.2	4.4	2.6	14.6	-1.1	93.1
crude protein in g	2200	460.2	272.4	402.2	780	366.7	2281.6	81.6	103.7
crude fiber in g	3790	955.2	57.8	145.5	183.5	890.3	2232.5	1557.5	58.9
crude fat in g	475	161.7	88.8	195.2	378.5	56.3	880.5	405.5	185.3
calcium in g	100	22.7	6.9	7.9	31	17.6	86.2	-13.7	86.2
phosphorus in g	72	13.5	2.0	13.5	48	8.4	85.4	13.4	118.6
caroten in mg	640	350	0	0	0	57	407	-233	63.5
mangan in mg	850	139	11.01	0	305.5	146.1	601.7	-248.3	70.7
cobalt in mg	10	0.1	0.0	0	6	0.4	6.5	-3.4	65.7
cupru in mg	131	15.1	1.2	0	47	17.7	80.9	-50.0	61.8
zinc in mg	850	86.2	32.5	0	340.5	89.1	548.3	-301.6	64.5
Concentration of EFU in 1 kg of dry substance 1.01							0.9	-0.03	96.9
Content of EFU in the yield of milk	6.6						0.7	-5.8	10.8

The concentration of calcium and phosphorus in the blood were at the lower limit of normal. It is established that the concentration of Ca in milk does not decrease even with severe deficiency. In the subclinical form of Ca deficiency during calving is observed weak muscle contraction, which slows down the calving process, involution of the uterus and leads to metritis in cows. Ovulation is delayed in such animals and fertilization decreases.

Table 10. Indicators of blood biochemical analysis of cows

Biochemical parameters	Test blood	Norm
Carotene, mmol / l	0.007±0.00006	0.009-0.02
Calcium, mmol / l	2.64±0.06	2.5-3.1
Phosphorus, mmol / l	1.48±0.03	0.3-1.9
R.A., CO ₂ volume percentage	51.04±0.53	50-60
total protein, g / l	76.5±1.1	72-90
Glucose, mmol / l	1.6±0.08	2.22-4.4

Phosphorus improves the metabolic functions of the rumen, namely, increases the degree of the fiber splitting and the use of nitrogenous substances by rumen microbes. The Ca/P ratio should be during lactation 1.5-2:1. In the ration of analyzed cows, it is 1:1.

The reserve alkalinity is a value expressing the amount of carbon dioxide contained in the blood in the form of bicarbonates. The decrease of reserve alkalinity in the blood of animals 51,04±0,53 about % CO₂ testifies the shift of acid-alkaline balance towards acidosis.

The blood glucose content of cows was very low 1.6±0.08 mmol / l, indicating a deficiency of glyco-genic starch in the used feed. With an insufficient supply of cells with glucose are forming ketone bodies, and their increase is a means of limiting the mobilization of fat that prevents deep metabolic disorders.

The total protein content is 76.5±1.1 g / l. It is impossible to estimate the level of protein nutrition of cows by the concentration of total protein in the blood, because this indicator depends on many factors (Горюнова, Т.Ж. et al, 2017).

The obtained results of biochemical blood analysis confirmed unbalance ration and indicated reproductive disturbance of cows: presence of endometritis, embryonic mortality, the presence of many numbers of cow's sexual activity, and the lack of fertilization.

In the treatment of clinical endometritis, before the introduction of the drug «Hysterosan-MK», was removed inflammatory exudate by careful massage of the uterus through the rectum. After the release of the uterus from the exudate, one dose of the prepared solution of the drug (50 ml) was inserted into the body of the uterus so that the solution was distributed in both horns.

While preserving signs of inflammation, the administration of the drug was repeated every 48-72 hours, depending on the severity of the disease until complete recovery. Side effects, complications, and allergic reactions were not observed when using the drug. Milk from cows that used the drug was used a day after administration.

A total of 51 cows were treated. The drug was dissolved in 50 ml of distilled water and administered intrauterine every 4-5 days. For full recovery were needed 2-3 introduction but in complex cases were needed 4-5 introduction of it. As a result, the period before the first insemination was reduced, which was 54.7 days, the service period was 92.2 ± 8.4 days, and fertilization after the first insemination was 43.1% (Table 11). After treatment of cows with the drug «Hysterosan-MK» decreased the number of inseminations to 1.8 ± 0.1 times.

Table 11. Reproductive parameters at cows in the treatment with the drug «Hysterosan-MK»

Reproductive parameters	«Hysterosan-MK»
Number of cows	51
Culled cows	0
Service period, days	92.2 ± 8.4
Periods from calving to 1st insemination, on average days	54.7 ± 3.5
Number of inseminations, times	1.8 ± 0.1
Fertilization rates, %	43.1

Many times inseminated cows with the syndrome of repeated sexual activity, were inseminated with medicine «Fertilifil-K». When sexual activity was repeated after a second or more infertile insemination and were detected signs indicating subclinical endometritis, the drug was dissolved in water for injection heated to 40- 45°C, at the rate of 20 ml per 1 dose of the drug, and with the help of a pipette was introduced into the uterus of a cow before insemination. The animal was inseminated not earlier than 15-60 minutes after administration of the drug. The solution was introduced into the uterus before the first insemination during sexual activity. The insemination with the solution «Fertilifil-K» started after two or three previous fruitless insemination. Fertilization after the third insemination became 95.4% (Table 12).

Table 12. Reproductive parameters of the herd during the insemination with the solution «Fertilifil-K»

Reproductive parameters	«Fertilifil-K»
Number of cows	66
Culled cows	0
Service period, days	164.3 ± 7.4
Periods from calving to 1st insemination, on average days	49.9 ± 1.5
Number of inseminations, times	3.4 ± 0.1
Fertilization rates, %	95.4 %

In total, 66 cows were inseminated with «Fertilifil-K», and the average number of inseminations was 3.4 times. The fertilization became 95.4% after several therapeutic measures and insemination with the solution «Fertilifil-K».

Infertility losses are enormous (Митюков, А.С. et al, 1988), direct losses from infertility can be attributed to: the death of calves, reduced milk production, culling of milk in the process of treatment of cows, the cost of treatment (the cost of drugs, payment of a specialist), and the cost of animals care while indirect losses include: an increase in the number of inseminations, an increase in the number of diseases, culling of adult cows, a decrease in reproductive capacity.

Culling of cows due to infertility is inferior in scale only to culling due to low milk productivity. Among heifers culled at the age of 16-24 months, only 2/3 of those animals show low reproductive performance.

The calculation of the damage from barrenness on animals calving in different periods of the year, with different diseases and depending on the time of the first insemination, is presented below. The economic damage for cows with a service period of more than 85 days amounted to: calving in winter (165 cows) - 30254, 5 US dollars (per animal-183 US dollars.); calving in spring (150 cows) - 53856, 2 US dollars (per animal-359 US dollars). The total amount of damage from barrenness for all animals included in the analysis constituted 84110, 4 US dollars.

In the analyzed group there were 57 animals with various diseases; the service period, which averaged 181.9 days. Economic damage from barrenness amounted to-52859, 7 US dollars or 927,3 US dollars per 1 head.

Economic damage from the barrenness depending on the timing of the first insemination constituted for 353 cows which were inseminated in the period of 75 days and above -189773,6 US dollars (per animal damage is an average of 537,6 US dollars).

Thus, the main economic damage in the economy is attributed to too late (75 days or more days) insemination after calving and high incidence of obstetric and gynecological diseases.

CONCLUSIONS

There was insignificant difference in our studies among the parameters of cow's reproductive performance and the season of the year, as well as age. Only 15.7% of the cows were inseminated in the optimal period-55-74 days, with a standard service period. In 48.3% of cows, the first insemination was carried out too late, and it was after 94.3 ± 5.2 days. The service period of these cows exceeded the standard norm by 56 days. They were characterized by highest number of inseminations (2.7 ± 0.05 times) accompanied with the lowest fertilization rate (7.1%). The cows inseminated for the first time in optimal terms had a fertilization rate of 65.2% and the number of inseminations of 1.3 ± 0.04 times.

Our studies showed that normal intervals among inseminations were only 25%. Herd embryonic mortality was about 25%. Double intervals between inseminations are 25%. In healthy cows (animals without obstetric and gynecological diseases), the fertility % was 48.1 in comparison with 14% in those diseased ones. Most of the animals with about 79.7% did not have obstetric and gynecological diseases. For them, the period before the first insemination was 51.7 ± 0.7 days, and before fruitful insemination, it became 88.8 ± 2.2 days. The number of inseminations did not exceed the standard indicator of two and amounted to 1.8 ± 0.04 times, and with the fertilization of 48.1%. In animals with diseases, the number of inseminations for fertilization increased and amounted to 3.2 ± 0.2 times, and the service period increased to 181.9 ± 10.9 days, with the fertilization of 14%.

An extension in the period before the first insemination, followed by low fertilization rate was observed in those investigated cows. That extension may be referred to metabolic disorders and unbalanced ration.

Treatment of endometritis of various etiologies was conducted by the drug «Hysterosan-MK». As a result of its use, the period before the first insemination decreased by 2 days (amounted to 54.7 days), and the number of inseminations decreased 1.4 times. The service period became 92.2 ± 8.4 days, so it decreased 2 times. Fertilization after the first insemination became 43.1% and it increased 3 times.

After a number of therapeutic measures and insemination with the drug «Fertilifil K» fertilization was 95.4%, and the average number of inseminations constituted 3.4 times.

The total amount of damage from the cow barrenness on the analyzed animals was 326743.7 US dollars. The loss constituted 450.6 US dollars per cow. It is established that each cow with diseases and even after qualified treatment brings damage of 927, 3 US dollars. Late insemination, after 75 days or more, brings 58.1 % damage.

REFERENCES

1. ГАВРИЧЕНКО, Н.И., МЕДВЕДЕВ, Г.Ф., КУХТИНА, О.Н., ГУМИНСКАЯ, Е.Ю. (2013). Разработка и применение противомикробного препарата коровам с синдромом повторения половой охоты [Development and use of an antimicrobial agent in cows with reproductive syndrome]. In: Актуальные проблемы ветеринарного акушерства и репродукции животных. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения и 50-летию научно-практической деятельности доктора ветеринарных наук, профессора Г. Ф. Медведева. Горки, БГСХА, с. 451-458.

2. ГОРЮНОВА, Т.Ж., ШУТОВА, М.В., СОСНИНА, Л.П. (2017) Биохимический состав крови высокопродуктивных коров по фазам лактации [Blood biochemical composition of highly productive cows in lactation phases]. In: Молочнохозяйственный вестник, № 3 (27), с. 47–52.
3. ГУМИНСКАЯ, Е.Ю., ЛУПОЛОВА, Т.А. (2017). Воспроизводительная способность коров и результаты применения лекарственных средств «Гистеросан-МК» и «Фертилифил К» в условиях РСУП «Экспериментальная база «Криничная» [Reproductive ability of cows and the results of the use of the «Hysterosan-MK» and «Fertilifil K» medicines under the conditions of RSUE Krinichnaya Experimental Base]. In: Вестник Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна, №1, с. 25-32.
4. ДМИТРИЕВА, Т.О. (2012) Профилактика акушерской патологии у высокопродуктивных коров в сухостойный период синтетическим β-каротином [Prevention of obstetric pathology in highly productive cows in the dry period with synthetic β-carotene]: автореф. дис. канд. ветеринар. наук: 06.02.06. Санкт-Петербург гос. акад. ветеринар. медицины. 20 с.
5. МИТЮКОВ, А.С., ЭСКЕЛЕВА, А.С. (1988). Экономический ущерб от бесплодия коров [The economic loss caused by the barrenness of cows]. In: Зоотехния, № 5, с. 54–55.
6. СОЛСБЕРИ, Г.У., ВАН-ДЕМАРК, Н.Л. (1966) Теория и практика искусственного осеменения коров в США [Theory and practice of artificial insemination of cows in the USA] : моногр. пер. с англ. О. А. Березновой ; под ред. и с предисл. В. К. Милованова. Москва: Колос. 528 с.
7. FENTAYE, K., & WUBSHET, W. (2018). Assessment of the problems associated with artificial insemination practices in Essera Woreda, Dawuro zone, Southern Ethiopia. In: International Journal of Livestock Production, vol. 9(2), pp. 24-28.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

HUMINSKAYA Elena  <https://orcid.org/0000-0001-6522-6228>

Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Research coordinator of the group on breeding and selection of beef cattle, Republican Unitary Enterprise «The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on animal husbandry», Republic of Belarus

E-mail: elena.huminskaya@yandex.ru

LUPALAVA Tatsiana  <https://orcid.org/0000-0003-4604-9267>

Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Department of Biology and Ecology, Faculty of Technology and Biology, Mozyr State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin, Republic of Belarus

E-mail: LupolovT@tut.by

Khairi El BATTAWY  <https://orcid.org/0000-0002-9448-0599>

PhD in Animal Reproduction and Artificial insemination, associate professor, National Research Centre, Animal Reproduction and Artificial Insemination Dept., Cairo, Egypt

E-mail: ekhairi@hotmail.com

PETCU Vitalii *  <https://orcid.org/0000-0003-2405-3548>

Master of Agricultural Sciences, scientific secretary, Public Institution “The Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Zootechny and Veterinary Medicine”, Maximovca, Republic of Moldova

Mikalai LOBAN

Doctor of Agricultural Sciences, associate researcher, Head of the Pig Breeding Laboratory, Republican Unitary Enterprise «The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on animal husbandry», Republic of Belarus

*Corresponding author: petcuvitalii@yahoo.com

Received: 28.08.2020

Accepted: 12.10.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321607

UDC: 636.085.1

APPLICATION OF FT-NIR SPECTROSCOPY FOR EVALUATION OF FEEDS DIGESTIBILITY BY ANALYSIS OF FECES CHEMICAL COMPOSITION

Semyon BIBIKOV, Sergii SHAPOVALOV, Elena KORNILOVA

Abstract. In this study, we demonstrated the possibility of rapid and non-destructive quantification of crude protein, fat, fiber and moisture content in pigs' feces by Fourier transform near-infrared (FT-NIR) spectroscopy. The predictions of developed partial least-squares (PLS) regression calibration models do not exceed the error of used arbitrary method. The FT-NIR models demonstrate satisfactory correlation coefficients ($R^2 > 0.81$) and residual predictive deviation (RPD) values from 2.3 to 7.5, depending on measured parameter. Obtained results indicate the possibility of use FT-NIR spectroscopy as a simple tool for monitoring feed's digestibility and allowing applying timely corrections to diets.

Key words: Pigs; Feces; Feed digestibility; Infrared spectroscopy.

INTRODUCTION

Over past decades, the question of measuring the nutritional value of feed for farm animals and poultry receives more and more attention among nutritionists (Han, S. et al. 2015; Shurson, G. C. 2015; Blair R. 2017; Bourgon, S. et al. 2018). At the same time, the widespread use of computing and the development of multidimensional statistical procedures in the field of chemometrics led to the widespread use of infrared spectroscopy (FT-NIR). This technique became a good alternative to traditional analytical methods for determining the nutritional value of feed (Danezis, G.P. et al. 2016; Danezis, G.P. et al. 2016; Ingle, P.D. et al. 2016).

The decision in time on the adjustment of farm animals' diet improves the overall profitability of production. Numerous studies showed the applicability of FT-NIR to analyze not only raw materials for feed production, but also the products of nutrient digestion/fermentation (Stuth, J. A. et al. 2003; Althaus, B. G. 2013; Fredin, S. et al. 2014; Tolleson, D. et al. 2014; Pierre-Olivier, J. et al. 2015). In other words, the method of infrared spectroscopy makes it possible to control the quality of feeding animals through the analysis of their feces.

In early 1990s, the research group of Stuth J. W. (1992) used the infrared spectroscopy for assessing the quality of feeding cattle on grazing by analysis of animals' feces. The measured parameters included the content of crude protein and organic matter. The obtained IR spectra were used for the development of a predictive equation by stepwise regression. Standard calibration error (SEC) and standard error of validation (SEV) for organic matter were 1.66 and 1.65 respectively, although they did not exceed the laboratory standard error (SEL) of 1.68. SEC and SEV parameters for crude protein were 0.89 and 0.93, respectively, compared with 0.44 SEL. In a later work (Leite, E.R., Stuth, J.W. 1994), the same author conducted a similar study, choosing goats as a model animal.

L. J. Jancewicz et al. in 2016 presented a more complete chemometric model based on investigation of cattle feces, allowing spectroscopic determination of dry and organic matter, starch, nitrogen, neutral detergent fiber (NDF), acidic -detergent fiber (ADF), acid-detergent lignin (ADL) and fat. The primary model showed a significant correlation ($R^2 > 0.70$) for organic matter, starch, nitrogen, NDF and ADF, while for ADL it was significantly lower ($R^2 < 0.25$). The expansion of the calibration spectra set with new samples made it possible to improve the accuracy of predictions for all components of feces ($R^2 > 0.90$; $SECV < 2.42$). The accuracy of prediction of digestibility was high for starch ($R^2 = 0.84$, $SECV = 1.06$), moderate for dry and organic matter and crude protein ($R^2 \geq 0.62$, $SECV \leq 3.63$), but poor for NDF and ADF. ($R^2 \leq 0.33$, $SECV \geq 7.86$). J. R. Johnson in 2017 obtained similar data. K. G. Nirea in 2018 conducted research on pigs, showing that infrared spectroscopy is a cost-effective method for determining the digestibility in conditions of intensive animal husbandry.

Thus, infrared spectroscopy is a promising technique for the analysis of animal feces, combining the simplicity of use and speed of the result. The aim of our research was to develop chemometric models

for assessing the digestibility of feed, determined on chemical composition of pigs' feces. The chosen model parameters included moisture, crude protein, crude fat and crude fiber.

MATERIALS AND METHODS

The studies were conducted on the basis of "Kuznetsovsky Combinat" CJSC and Research and Testing Center "Cherkizovo" LLC., which are part of "Cherkizovo" PJSC. More than 60 samples of swine feces from the farm (Fig. 1) were analyzed.



Figure 1. *The samples of swine feces*



Figure 2. *The samples of swine feces in a Petri dish*

The feces were studied using the following arbitration techniques:

- moisture by drying the sample to constant weight at a temperature of 103 ± 2 °C according to GOST R 54951-2012;
- crude fat by extraction of the sample in the Soxhlet apparatus according to GOST 13496.15-2016;
- Crude protein by the method of determining the total nitrogen according to the Kjeldahl method according to GOST 13496.4-93, followed by conversion to protein;
- crude fiber content by using the method of intermediate filtration according to GOST ISO 6865-2015.

To record the spectra, the FT-NIR spectrometer MPA (Bruker, Germany) was used. The measurements were carried out in the integrating sphere mode, by averaging of 3 recorded spectra in order to eliminate the possible heterogeneity of feces composition. Measurement parameters were used as follows: resolution - 16 cm^{-1} ; the wave number range is $12,400 - 3,600 \text{ cm}^{-1}$. All the samples were investigated "as is" without any pretreatment (Fig. 2).

All the measurements were carried out in accordance with the user's guide of the FT-NIR spectrometer (ASTM E 1655-05-2005). The survey spectra of feces are presented in Figure 3.

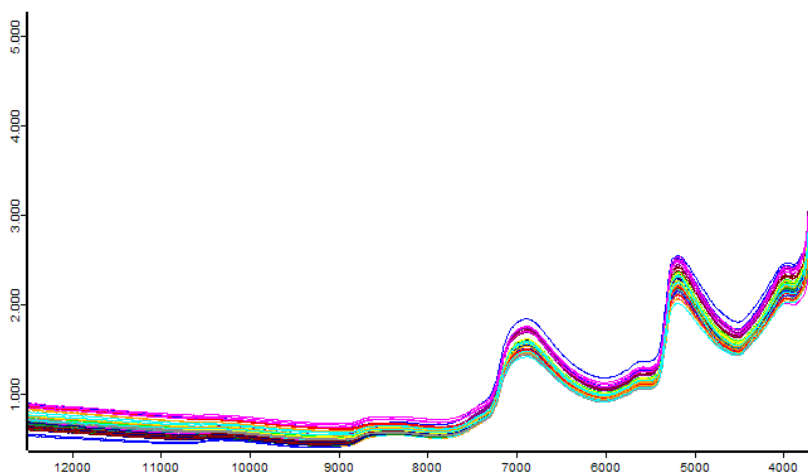


Figure 3. *The survey spectra of swine feces in the range $12400 - 3600 \text{ cm}^{-1}$*

Calibration model was obtained using OPUS QUANT software. The program implements the Partial Least Square Regression (PLS) method (Wold, S. et al. 1983), based on a nonlinear repetitive prediction algorithm for changing least squares. In the Russian-language literature, this method is better known as the "method of projection on latent structures".

The quality of the calibration model obtained was evaluated according to the following criteria:

- the data are within the 95% confidence interval,
- uniform coverage with points (samples) of the entire calibration working range;
- all points are arbitrarily located near the line $y = 0$;
- the number of points far from the main body, or the number of “emissions” does not exceed 5%;
- the RMS cross-validation error (RMSECV) or RMS estimation error (RMSEE) must be within the reproducibility of the standard method.

The calculation of the error is carried out automatically with the subsequent displaying the results.

The calibration model was tested on an independent sample set. Samples for testing were not included in the main set of calibration samples. The values for moisture, crude protein, crude fat and crude fiber in the test samples were determined by wet chemistry methods. The preparation and analysis of test samples was carried out similar to samples used for calibration.

RESULTS AND DISCUSSION

In total 60 samples were used to develop the calibration model, based on the spectral data and ones of “wet” chemistry (Figure 4). The quality of developed chemometric model was additionally tested in terms of the absence of false positive / negative response during the analysis of random samples (Table 1).

Table 1. Main parameters of the developed calibration model

Component	Concentration range, %		R^2	RPD	RMSEP/ RMSEE
	min	max			
Moisture	65.90	84.10	0.98	7.48	0.67/0.61
Crude protein	3.80	10.27	0.90	3.16	0.48/0.44
Crude fat	1.34	3.77	0.82	2.39	0.31/0.28
Crude fiber	3.14	5.71	0.81	2.31	0.42/0.37

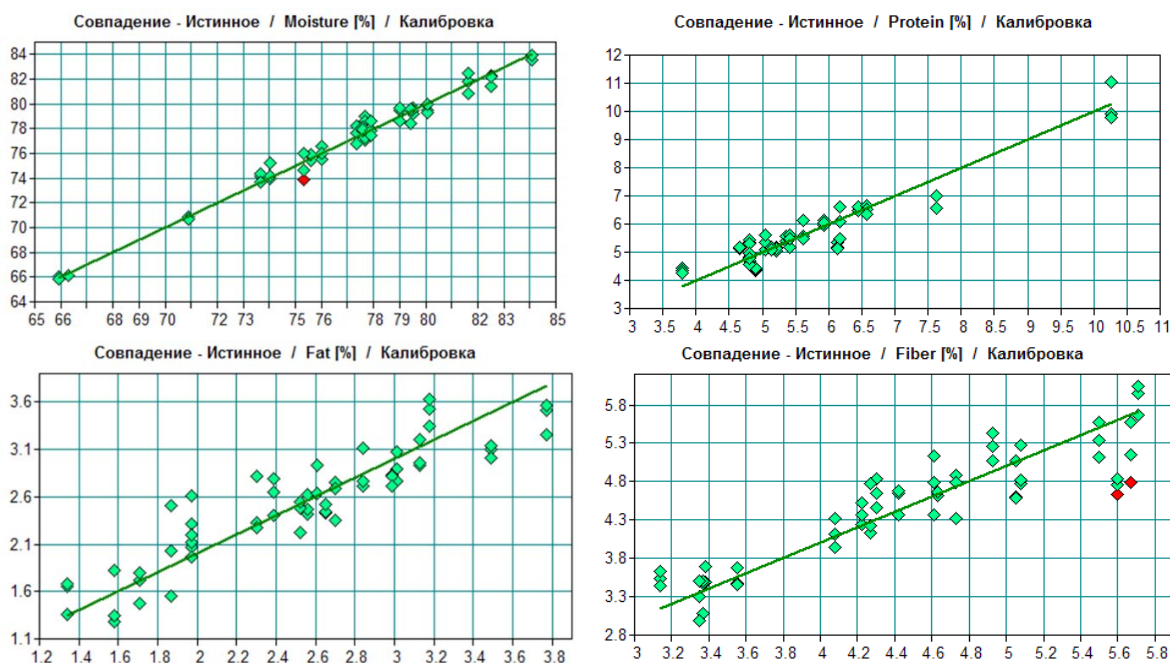


Figure 6. Calibration models of various physicochemical parameters:
a) moisture content, b) crude protein, c) crude fat, d) crude fiber

To test the developed calibration model, 5 feces samples not included in the calibration set were used. The validation of the obtained model showed satisfactory the results for all parameters (Table 2).

The difference between the values obtained by the arbitrary methods and infrared spectroscopy did not exceed the reproducibility (R) of the arbitration method.

Table 2. Comparison of values obtained by chemistry and FT-NIR model

Sample		1	2	3	4	5
Water	IR	83.40	86.20	87.30	86.70	83.50
	Chem	83.00	86.70	87.10	86.50	84.00
	Δ	0.40	0.50	0.20	0.20	0.50
	R	-	-	-	-	-
Crude protein	IR	10.27	6.17	5.14	5.94	7.62
	Chem	10.81	5.67	5.54	5.51	7.95
	Δ	0.54	0.50	0.40	0.43	0.33
	R	0.69	0.53	0.49	0.52	0.58
Crude fat	IR	3.01	2.99	1.97	2.39	3.18
	Chem	3.43	3.43	1.77	2.02	3.58
	Δ	0.42	0.44	0.20	0.37	0.40
	R	0.52	0.52	0.47	0.49	0.53
Crude fiber	IR	3.40	4.60	5.60	4.90	5.70
	Chem	4.20	3.70	6.70	5.80	4.80
	Δ	0.80	0.90	1.10	0.90	0.90
	R	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20

CONCLUSIONS

The obtained results proved that developed calibration model is stable and rigid. Thus, the FT-NIR technique allows rapid obtaining the data on chemical composition of swine feces. This information can be used in assessing the digestibility of particular animal feed. The validation of calibration equation by the independent set of samples demonstrated that errors of prediction are within the limits of the reproducibility of the arbitrary method.

The further expansion of the set of calibration spectra will increase the accuracy of prediction, as well as provide an opportunity to expand the number of determined physicochemical parameters, such as acid-detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), amino acids, starch, total sugars, energy etc.

The obtained results indicate the applicability of use FT-NIR spectroscopy not only for rapid analysis of swine feces, but also for analysis the physicochemical parameters in feces of other farm animals. This finding opens wide perspectives for use of FT-NIR technique for determining the quality of organic fertilizers made from animal feces.

REFERENCES

1. ALTHAUS, B., PAPKE, G., SUNDRUM, A. (2013). Use of near infrared reflectance spectroscopy to assess nitrogen and carbon fractions in dairy cow feces. In: *Animal Feed Science and Technology*, vol. 185(1-2), pp. 53-59.
2. ASTM E 1655-05-2005 Standard Practices for Infrared Multivariate Quantitative Analysis.
3. BLAIR, R. (2017). Nutrition and feeding of organic pigs. Canada: University of British Columbia. 272 p.
4. BOURGON, S. L., DE AMORIM, M. D., CHENIER, T., SARGOLZAEI, M., MILLER, S. P., MARTELL, J. E., MONTANHOLI, Y. R. (2018). Relationships of nutritional plane and feed efficiency with sexual development and fertility related measures in young beef bulls. In: *Animal reproduction science*, vol. 198, pp. 99-111.
5. DANEZIS, G. P., TSAGKARIS, A. S., CAMIN, F., BRUSIC, V., GEORGIOU, C. A. (2016). Food authentication: Techniques, trends & emerging approaches. In: *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, vol. 85, pp. 123-132.
6. FREDIN, S. M., FERRARETTO, L. F., AKINS, M. S., HOFFMAN, P. C., & SHAVER, R. D. (2014). Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. In: *Journal of dairy science*, vol. 97(3), pp. 1862-1871. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7395>.
7. HAN, S. W., CHEE, K. M., CHO, S. J. (2015). Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein. In: *Food chemistry*, vol. 172, pp. 766-769.
8. HELL, J., PRÜCKLER, M., DANNER, L., HENNIGES, U., APPRICH, S., ROSENAU, T., KNEIFEL, W., & BÖHMDORFER, S. (2016). A comparison between near-infrared (NIR) and mid-infrared (ATR-FTIR) spectroscopy for the multivariate determination of compositional properties in wheat bran samples. In: *Food Control*, vol. 60, pp. 365-369.

9. INGLE, P. D., CHRISTIAN, R., PUROHIT, P., ZARRAGA, V., HANDLEY, E., FREEL, K., & ABDO, S. (2016). Determination of Protein Content by NIR Spectroscopy in Protein Powder Mix Products. In: Journal of AOAC International, vol. 99(2), pp. 360–363. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.15-0115>.
10. JANCEWICZ, L.J., SWIFT, M.L., PENNER, G.B., BEAUCHEMIN, K.A., KOENIG, K. M., CHIBISA, G.E., HE, M.L., MCKINNON, J.J., YANG, W.-Z., MCALLISTER, T.A. (2016). Development of near-infrared spectroscopy calibrations to estimate fecal composition and nutrient digestibility in beef cattle. In: Canadian Journal of Animal Science, vol. 97(1), pp. 51–64. <https://doi.org/10.1139/cjas-2016-0107>.
11. PIERRE-OLIVIER, J., BRADLEY, R. L., TREMBLAY, J. P., & CÔTÉ, S. D. (2015). Combining near infrared spectra of feces and geostatistics to generate forage nutritional quality maps across landscapes. In: Ecological applications: a publication of the Ecological Society of America, vol. 25(6), pp. 1630–1639. <https://doi.org/10.1890/14-1347.1>.
12. JOHNSON, J. R., CARSTENS, G. E., PRINCE, S. D., OMINSKI, K. H., WITTENBERG, K. M., UNDI, M., FORBES, T. D., HAFLA, A. N., TOLLESON, D. R., & BASARAB, J. A. (2017). Application of fecal near-infrared reflectance spectroscopy profiling for the prediction of diet nutritional characteristics and voluntary intake in beef cattle. In: Journal of animal science, vol. 95(1), pp. 447–454. <https://doi.org/10.2527/jas.2016.0845>.
13. LEITE, E. R., STUTH J. W. (1994). Influence of duration of exposure to field conditions on viability of fecal samples for NIRS analysis. In: Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives, vol. 47(4), pp. 312–314.
14. LYONS, R. K., STUTH, J. W. (1992). Fecal NIRS equations for predicting diet quality of free-ranging cattle. In: Journal of Range Management, vol. 45(3), pp. 238–244.
15. NIREA, K. G., PÉREZ DE NANCLARES, M., SKUGOR, A., AFSETH, N. K., MEUWISSEN, T., HANSEN, J. Ø., MYDLAND, L. T., & ØVERLAND, M. (2018). Assessment of fecal near-infrared spectroscopy to predict feces chemical composition and apparent total-tract digestibility of nutrients in pigs. In: Journal of animal science, vol. 96(7), pp. 2826–2837. <https://doi.org/10.1093/jas/sky182>.
16. SHURSON, G. C., KERR, B. J., HANSON, A. R. (2015). Evaluating the quality of feed fats and oils and their effects on pig growth performance. In: Journal of animal science and biotechnology, vol. 6(1), p. 10.
17. STUTH, J., JAMA, A., TOLLESON, D. (2003). Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. In: Field Crops Research, vol. 84(1-2), pp. 45–56.
18. TOLLESON, D. R., SCHAFER, D. W. (2014). Application of fecal near-infrared spectroscopy and nutritional balance software to monitor diet quality and body condition in beef cows grazing Arizona rangeland. In: Journal of animal science, vol. 92 (1), pp. 349–358.
19. WOLD, S., MARTENS, H., WOLD, H. (1983). The multivariate calibration problem in chemistry solved by the PLS method. In: Matrix pencils. Springer, Berlin, Heidelberg, C. 286–293.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

BIBIKOV Semyon Olegovich <https://orcid.org/0000-0002-9747-4194>

Senior specialist in the direction of testing feed and products of animal origin, Research and Testing Centre «Cherkizovo» Ltd., Moscow, Russian Federation

E-mail: bibikovso@gmail.com

SHAPOVALOV Sergii Olegovich <https://orcid.org/0000-0001-7157-5627>

Doctor of Biological Sciences, director of Research and Testing Centre «Cherkizovo» Ltd., Moscow, Russian Federation

E-mail: s.shapovalov@cherkizovo.com

KORNILOVA Elena Vyacheslavovna <https://orcid.org/0000-0001-7852-4945>

PhD in Agricultural Sciences, head of direction of testing feed and products of animal origin, Research and Testing Centre «Cherkizovo» Ltd., Moscow, Russian Federation

E-mail: e.kornilova@cherkizovo.com

Received: 04.11.2020

Accepted: 05.12.2020

DOI: 10.5281/zenodo.4321675

УДК: 636.22/.28.034.085.52

ФРАГМЕНТЫ РУБЦОВОГО БРОЖЕНИЯ У ДОЙНЫХ КОРОВ НА ФОНЕ СКАРМЛИВАНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ СИЛОСОВ

Игорь ДУШАРА, Наталия ФЕДАК

Abstract. The problem of the quality of ensilaged fodder as the basis of cattle rations in the winter stall period in market conditions is actual and requires scientific interpretation. The dominant silage culture, corn, is energy-intensive, and its yield depends on the specific soil and climatic conditions of the Western region of Ukraine, therefore it requires adequate replacement with new varieties of cereal and legume crops. Some of such crops are winter feed barley (Shirokolistny variety) and winter vetch (Lvovyanka variety). The results of a comparative study of the effect of silage from the given crops in the rations of dairy cows on rumen digestion are presented. The highest level of enzymatic processes was found in the proventriculus of cows that ate vetch-barley silage. The amylolytic activity in them was 67.6% higher, and cellulolytic activity was 3.5% higher than in the control group, the ration of which contained corn silage. The activity of enzymes in the rumen environment of experimental cows affected the level of synthetic processes in the proventriculus. In particular, the concentration of RNA phosphorus in the experimental group was higher by 15.5%. The highest level of rumen fermentation in the experimental group of lactating cows contributed to an increase in their average daily milk yield by 8.6%.

Key words: Lactation cows; Silage; Feed mixture; Vetch; Barley; Rumen digestion.

Реферат. Проблема качества силосованных кормов, как основы рационов крупного рогатого скота в зимне-стойловый период содержания, определяется рядом моментов, решение которых в жестких условиях рыночных отношений является актуальным и требует научной интерпретации. Доминирующая силосная культура – кукуруза, в связи с ее высокой энергозатратностью, а также зависимостью урожайности от специфики почвенно-климатических условий Западного региона Украины, требует адекватной замены за счет новых сортов злаковых и бобовых культур. Одними из таких культур являются озимый кормовой ячмень (сорт Широколистный) и озимая вика (сорт Львовянка). В работе приведены результаты сравнительного изучения влияния силосов из данных культур в рационах дойных коров на рубцовое пищеварение. Установлен высший уровень ферментативных процессов в преджелудках коров, употреблявших вико-ячменный силос. Амилолитическая активность у них была на 67,6 %, а целлюлозолитическая – на 3,5% выше, по сравнению с контрольной группой, в состав рациона которых входил кукурузный силос. Активность энзимов в среде рубца подопытных коров сказалась на уровне синтетических процессов в преджелудках. В частности, концентрация фосфора РНК в опытной группе была выше на 15,5%. Высший уровень рубцового брожения в опытной группе лактирующих коров способствовал повышению среднесуточных надоев молока у них на 8,6%.

Ключевые слова: Дойные коровы; Силос; Кормовая смесь; Вика; Ячмень; Рубцовое пищеварение.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема эффективности использования силосованных кормов из различных видов кормовых культур, в том числе из традиционной - кукурузы и альтернативных злаково-бобовых смесей в кормлении КРС актуальна, а отсюда теоретически и практически целесообразна (Богданов, Г. О. 2012; Гноевий, І. В. 2006; Рудик, Р. І. 2016). В зимне-стойловый период содержания основное питание рационов для крупного рогатого скота составляют силосные корма, качество которых является одним из доминирующих факторов реализации генетического потенциала животных (Есауленко, Н. Н. 2017; Кирилук, Р.М. 2017; Пышманцева, Н. А. 2013; Савченко, Ю. І. 2016). Важное место в этом аспекте (в качестве сырья для силосования) занимают ново-выведенные сорта кормовых культур и их различные комбинации в структуре кормосмесей.

Силос из кукурузы характеризуется высоким содержанием углеводов (крахмала) и недостатком протеина и минеральных веществ. На урожайность кукурузы периодически отрицательно влияют специфические почвенно-климатические условия западного региона Украины (температурный режим, влажность и т. д.). Кроме этого, высокая энергоемкость соответственно повышает себестоимость силоса из этой культуры.

Белок и макро- и микроэлементы являются одними из основных катализаторов обменных процессов в организме животных, их оптимальный уровень в составе рационов обуславливает высокий коэффициент полезного действия последних (Більченко, Г. 2012; Янович, В. Г. 2000). Поэто-

му силосы, заготовленные из смеси однолетних злаково-бобовых культур, по этим параметрам имеют преимущество над кукурузным аналогом.

Научные работы, проведенные над усовершенствованием имеющихся сортов злаковых и бобовых культур и селекция новых в качестве компонентов смесей для силосов, дали возможность заготавливать качественный высоко протеиновый корм (Вудмаска, В. Ю. 2002; Калинка, А. К. 2007; Левицька, Л. Г. 2016; Сироватко, К. М. 2012; Степаненко, В. Н. 2012).

Выведенные в Институте Сельского Хозяйства Карпатского региона Национальной Академии Аграрных Наук Украины сорт ячменя (Широколистный) и высокобелковая озимая вика (Львовянка), имеют хорошую облиственность и высокое содержание сахаров, а так же отвечают требованиям к смесям для заготовления высокопитательных силосов. Чтобы сделать соответствующие выводы относительно применения этих сортов кормовых культур в роли исходного сырья для силоса, мы провели эксперимент на животных, целью которого было изучение фрагментов рубцового брожения у дойных коров на фоне скармливания кукурузного и вико-ячменного силосов и взаимосвязи с молочной производительностью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыт провели в опытном хозяйстве Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН в зимне-стойловый период содержания по схеме, представленной в табл. 1. Животных отбирали по принципу аналогов : происхождение, возраст, живая масса, производительность.

Таблица 1. Схема опыта

Группы животных	Периоды опыта	Длительность опыта, суток	Количество животных	Характеристика кормления животных
Контрольная Опытная	Уравни- тельный	30	20	Основной рацион (ОР): комбикорм К-60-4-89, силос кукурузный, сено злаково-бобовое, свекла кормовая, солома озимой пшеницы, патока
Контрольная	Основной	90	10	ОР: комбикорм К-60-4-89, силос кукурузный, сено злаково-бобовое, свекла кормовая, солома озимой пшеницы, патока
Опытная	Основной	90	10	ОР: комбикорм К-60-4-89, силос вико-ячменный, сено злаково-бобовое, свекла кормовая, солома озимой пшеницы, патока

Содержание подопытных коров стойлово-привязное. Кормление животных проводили согласно общепринятым нормам (Богданов, Г. О. 2013). Тип кормления коров, применяемый в опыте, характерен для большинства хозяйств разных организационно-правовых форм западного региона Украины.

Для лабораторных исследований служил материал содержимого рубца, которое с помощью ротопищеводного зонда отбирали через 2,5 час после утреннего кормления от четырех животных из каждой группы.

В содержимом рубца определяли: количество амило- целлюлозо- и протеолитических бактерий – методом посева на селективную питательную среду; летучие жирные кислоты (ЛЖК) – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама; концентрацию фосфора нуклеиновых кислот – методом двухволновой спектрофотометрии на аппарате СФ-46; количество общего и остаточного азота – по Кьельдалю; концентрацию аммиака – по методу Конвея.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Исходя из результатов, полученных в нашем опыте, следует, что использование в составе силосно-концентратно-корнеплодных рационов для высокопродуктивных лактирующих коров в зимне-стойловый период содержания, кукурузного силоса не обеспечивает потребности животных по ряду важных элементов питания (согласно рекомендованным нормам). В частности, в контрольной группе установлен дефицит сырого (6,5%) и переваримого (9,3%) протеина. Недостаток протеина при использовании кукурузного силоса в рационах различных

половозрастных групп КРС наблюдается как в целом по Украине, так и в условиях кормовой базы западного региона.

В противоположность кукурузному силосу, силос из разных видов злаково-бобовых смесей, этот дефицит устраняет и дает возможность балансировать силосно-концентратно-корнеплодный рацион по уровню протеина, что имеет место в нашем опыте.

Применение кукурузного и вико-ячменного силосов в структуре основного рациона в зимне-стойловый период содержания по-разному отразилось на интенсивности обменных процессов в организме лактирующих коров и их молочной продуктивности.

Как известно, залогом интенсивного течения рубцового пищеварения у жвачных является обеспечение руминальных микроорганизмов уровнем энерго-протеинового питания. В нашем эксперименте оптимум одного из этих факторов – протеина наблюдается в опытной группе, что сказывается на интенсивности обменных процессов в организме животных в целом и преджелудках в частности, и как следствие этого – на их производительности. При практически одинаковом уровне сахара-протеинового соотношения в обеих группах (0,9-1,0: 1,0), уровень белка в рационах является определяющим критерием интенсивности обменных процессов в организме, и в первую очередь в рубце.

Так, в руминальной среде коров опытной группы установлено повышенное количество рубцовой микрофлоры, в частности, такой как крахмал и целлюлозорасщепляемой, что является свидетельством накопления популяций микроорганизмов, которые принимают активное участие в сбраживании углеводистых кормов, синтезе микробного белка и эти процессы имеют место в нашем эксперименте.

Фактором интенсивного гидролиза углеводов кормов является высокая крахмал- и целлюлозо-гидролизующая активность микроорганизмов, которая в конечном итоге сопровождается ростом концентрации ЛЖК, энергетического и пластического материала в клеточном обмене. Следствием этого является накопление легкопереваримого бактериального протеина (сырой биомассы бактерий) в рубце животных опытной группы. Этот момент, один из ключевых в рубцовом метаболизме, имеет связь не только с протеином, но и с другими, не менее важными элементами питания.

В содержимом рубца коров опытной группы отмечена достоверно высокая ферментативная активность микроорганизмов. В частности, амилалитическая активность была на 67,6 % ($P<0,001$), а целлюлозолитическая – на 3,5% ($P<0,01$) выше, по сравнению с контрольной группой (табл. 2).

Таблица 2. Показатели рубцовой ферментации у дойных коров при скармливании разных видов силосов ($M\pm m$, $n=4$)

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Ферментативная активность микроорганизмов рубца :		
амилолитическая, условн. амилалит. единиц	2,35 $\pm$ 0,16	3,94 $\pm$ 0,21****
целлюлозолитическая, %	15,90 $\pm$ 0,40	19,40 $\pm$ 0,56***
протеолитическая, Мэкв тироз. в 100 мл/мин	0,341 $\pm$ 0,08	0,348 $\pm$ 0,004
Фосфор:		
РНК, ммоль/л	593,5 $\pm$ 11,8	685,5 $\pm$ 10,8***
ДНК, ммоль/л	318,3 $\pm$ 9,2	364,0 $\pm$ 15,4*
ЛЖК, ммоль/100мл	9,60 $\pm$ 0,16	10,50 $\pm$ 0,18

Примечание: степень достоверности * $P<0,05$; ** $P<0,02$; *** $P<0,01$; **** $P<0,001$

Повышение концентрации ЛЖК – конечных продуктов гидролиза углеводов в опытной группе отмечалось за счет высшего уровня амила и целлюлозолитических ферментов. Уровень этого рубцового метаболизма в контрольной группе был выше на 9,4% ($P<0,01$).

Свидетельством эффективного усвоения углеводов кормов популяциями микроорганизмов преджелудков и использования их в роли источника энергии организмом жвачных является высокая концентрация низкомолекулярных жирных кислот в руминальной среде, а также в качестве предшественника молочного жира, сахара и гликогена в печени.

Относительно протеолитической активности микроорганизмов рубца, то существенной разницы между подопытными группами не установлено (2,1%, $P < 0,05$).

Невысокую активность протеаз микроорганизмов в руменальной среде, в свою очередь, можно рассматривать как позитивное явление, поскольку протеин корма не деградирует в этом отделе желудочно-кишечного тракта, поэтому возможно его эффективное усвоение организмом жвачных через пищеварение в тонком кишечнике.

В целом такая активность энзимов в среде рубца подопытных коров соответственно сказывается на уровне синтетических процессов в преджелудках, на что указывает количество фосфора нуклеиновых кислот – концентрация фосфора РНК в опытной группе была выше на 15,5% ($P < 0,01$). Также наблюдается тенденция роста уровня фосфора ДНК в опытной группе.

Азотный обмен является одним из основных звеньев эффективности использования потенциала кормов, который характеризует уровень синтетических процессов как в руменальной среде в частности, так и в организме жвачных в целом. Как известно, для подавляющего большинства микроорганизмов рубцовой среды (около 90%) аммиак является основным источником азота в процессах синтеза микробного белка, а для 25% из них – лимитирующим фактором сохранения их популяций. В нашем опыте рост концентрации общего и белкового азота и уменьшение аммиачного в преджелудках коров опытной группы свидетельствует об эффективном использовании этого важного элемента кормов руменальными микроорганизмами за счет роста их численности и функциональной активности. То есть, судя по уровню этих показателей, в рубце происходит интенсивная ферментация, в процессе которой активно утилизируется аммиак и синтезируется микробный протеин, что подтверждается численностью амило- и целлюлозолитических бактерий и их энзимной активностью.

Концентрация общего азота в среде рубца коров опытной группы в нашем эксперименте была на уровне 90,00 ммоль/л, что выше контроля на 21,62 ммоль/л, (31,6%, $P < 0,01$) (табл. 3).

По количеству небелкового азота в преджелудках животных наблюдается только тенденция к его уменьшению в опытной группе (2,78%, $P > 0,05$).

Высокая достоверная разница концентрации белкового азота отмечена в содержимом рубца опытных животных - 68,85% ($P < 0,001$).

Наряду с показателями азотного обмена в рубцовой среде подопытных коров, значительные изменения претерпевает и аммиачный азот. Так, его содержание в рубце животных контрольной группы (9,13 ммоль/л) значительно выше, чем в опытной (8,30 ммоль/л), разница составляет 9,09% ($P < 0,01$).

Таблица 3. Показатели азотного обмена в содержимом рубца дойных коров при скармливании разных видов силосов ($M \pm m$, $n=4$)

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Азот, ммоль/л:		
общий	68,38 $\pm$ 3,12	89,98 $\pm$ 2,04**
остаточный	36,00 $\pm$ 0,41	35,00 $\pm$ 0,41
белковый	32,38 $\pm$ 2,72	55,00 $\pm$ 1,63***
аммиачный	9,13 $\pm$ 0,13	8,30 $\pm$ 0,16**

Высший уровень рубцового брожения в опытной группе лактирующих коров, которые потребляли вико-ячменный силос, на фоне кукурузного аналога способствовал повышению среднесуточных надоев молока. Результаты учета молочной продуктивности и качественных показателей молока показывают, что за 90 суток учетного периода общий надой натурального молока на 1 голову в опытной группе был выше на 8,6% ($P < 0,001$), а при пересчете на 4,0% жирность - на 13,4% ($P < 0,001$) (табл. 4).

Содержание жира в молоке коров опытной группы было на 0,16% ($P < 0,05$), количество белка – на 0,16% ($P < 0,01$) выше, по сравнению с контролем.

Таблица 4. Молочная производительность коров и затраты корма на единицу продукции ($M \pm m$, $n=10$).

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Общий удой молока, кг:		
натурального	1683,0 $\pm$ 12,22	1827,0 $\pm$ 23,87***
4% - жирности	1514,7 $\pm$ 16,61	1717,4 $\pm$ 27,74***
Среднесуточный удой молока, кг:		
натурального	18,7 $\pm$ 0,14	20,3 $\pm$ 0,27***
4% - жирности	16,8 $\pm$ 0,18	19,1 $\pm$ 0,31***
В молоке содержится, %:		
жира	3,60 $\pm$ 0,04	3,76 $\pm$ 0,07*
белка	3,30 $\pm$ 0,02	3,46 $\pm$ 0,03**
Затраты корма на 1 кг молока:		
кормовых единиц	0,79	0,78
переваримого протеина, г	71,0	77,0

Анализ качественных показателей молока свидетельствует о соответствующих изменениях в опытной группе, относительно контрольной. В частности, содержание сухого вещества в опытной группе было на 0,2% выше, чем в контроле ($P<0,05$), а содержание молочного сахара, золы и фосфора незначительно превышало показатели контрольной группы. Уровень кальция в опытной группе (0,25%) был выше на 0,04% ($P<0,01$) относительно контроля (0,21%).

Разный уровень молочной продуктивности подопытных животных по-разному сказался на затратах кормовых единиц и переваримого протеина на единицу продукции. Расходы кормовых единиц на 1 кг произведенного молока в обеих группах были практически одинаковы, разница составила 1,3%. Расходы переваримого протеина на 1 кг молока в контрольной группе были выше на 8,5% по сравнению с опытной.

ВЫВОДЫ

Применение в составе рационов лактирующих коров в зимне-стойловый период содержания вико-ячменного силоса из новых сортов ячменя и вики повышает в их организме уровень рубцового брожения. Это способствует повышению среднесуточных удоев молока и его качественных показателей (сухое вещество, жир, белок) при практически одинаковых затратах корма на единицу продукции по сравнению с кукурузным аналогом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БІЛЬЧЕНКО, Г. (2012). Обираємо стратегію годівлі корів. В: Agroexpert, № 6 (47). С. 100-104.
2. БОГДАНОВ, Г. О. і ін. (2012). Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби. Житомир. 860 с.
3. БОГДАНОВ, Г. О. і ін. (2013). Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі великої рогатої худоби. Житомир. 515 с.
4. ВУДМАСКА, В. Ю., ЗАЯЦЬ, О. М., ДУШАРА, І. В. (2002). Урожай зеленої маси і якість силосованих кормів із нових сортів озимого ячменю і вики. В: Корми і кормовиробництво, № 48, С. 187-190.
5. ГНОЄВИЙ, І. В. (2006). Годівля і відтворення поголів'я сільськогосподарських тварин в Україні. Харків. 400 с.
6. ЕСАУЛЕНКО, Н. Н. и др. (2017). Оптимизация кормления высокопродуктивных коров. В: Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : Сб. науч. тр. СКНИИЖ. Краснодар. Т. 2. № 6. С. 154-158.
7. КАЛИНКА, А. К. (2007). Інтенсивне використання силосу і сінажу із бобово-злакових травосумішок та їх комбінацій в годівлі молодняку м'ясної худоби в умовах передгір'я Карпат. В: Наукове забезпечення інноваційного розвитку аграрного виробництва в Карпатському регіоні : матеріали Міжнар. наук.-пр.-акт. конф. (м. Чернівці, 7-9 черв. 2007 р). С. 232-237.
8. КИРИЛЮК, Р.М. та ін. (2017). Рекомендації по заготівлі кормів. Житомир, 43 с.
9. ЛЕВИЦЬКА, Л. Г. (2016). Виробництво молока із використанням силосованих злаково-бобових сумішок. В: Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 60. С. 190-197.
10. ПЫШМАНЦЕВА, Н. А., ЕРОХИН, В. В. (2013). Инновации в кормлении коров. В: Сб. науч. тр. ВНИИ овцеводства и козоводства. Ставрополь. Т. 3. № 6. С. 231-232.

11. РУДИК, Р. І. та ін. (2016). Науково-практичні рекомендації по виробництву і заготівлі кормів. Житомир, 48 с.
12. САВЧЕНКО, Ю.І. та ін. (2016). Заготівлі кормів прогресивну технологію Житомир, 48 с.
13. СИРОВАТКО, К.М., КЛИМЕНКО, Л.М. (2012). Продуктивність бичків при заміні в раціонах кукурудзяного силосу вико-вівсяним сінажем. В: зб. наукових праць ВНАУ. №3(61). С. 48-50.
14. СТЕПАНЕНКО, В. Н. (2012). Рубцовый метаболизм и гематологические показатели разных силосов при использовании в кормовых рационах бычков. В: НТБ Института животноводства НААН. Вып. 108. С. 102–106.
15. ЯНОВИЧ, В. Г., СОЛОГУБ, Л. І. (2000). Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин. Львів. 384 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ДУШАРА Игорь Владимирович  <https://orcid.org/0000-0001-8253-1566>

кандидат сельскохозяйственных наук, лаборатория кормления животных и технологии кормов, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: dushraluba@gmail.com

ФЕДАК Наталия Николаевна*  <https://orcid.org/0000-0003-1988-8591>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория кормления животных и технологии кормов, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: natalifedak181@gmail.com

*Corresponding author: natalifedak181@gmail.com

Data prezentării articolului: 29.09.2020

Data acceptării articolului: 12.11.2020