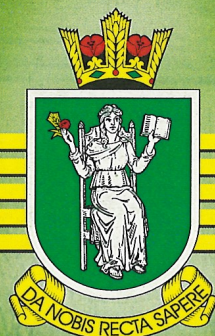


63(05)
\$ 85



Știința

Agricolă

AGRICULTURAL SCIENCE

nr. **1**
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. 1

2020

Chișinău 2020

CUPRINS

Olexandra VOLOSCHUK, Ihor VOLOSCHUK, Valentyna HLYVA, Andriy MARUKHNYAK Biological mechanisms of regulation of winter wheat productivity in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine	3
Nina FRUNZE Activitatea respirației din comunitățile microbiene ale cernoziomului arat din Republica Moldova	12
Ярослав ЦИЦЮРА Оценка экологической стабильности и пластичности сортов редьки масличной разного эколого-географического происхождения в условиях Лесостепи Правобережной Украины	19
Мария ХОМЯК Создание хозяйственно-ценных селекционных форм ежи сборной (<i>Dactylis glomerata</i> L.) методом химического мутагенеза	28
Inna BÎLICI, Petru BALAN, Sergiu VĂMAȘESCU, Valerian BALAN Conducerea pomilor de măr în formă de fus zvelt	33
Petru BALAN Efectul regulatorilor de creștere asupra normării organelor reproductive, productivității și calității fructelor la soiul de măr Golden Delicious	37
Ananie PEȘTEANU, Oleg CALESTRU Eficacitatea normării încărcăturii de rod la unele soiuri de măr în perioada precoce de dezvoltare a organelor reproductive	46
Inna BÎLICI Formarea suprafeței foliare la soiurile noi de măr în condițiile Republicii Moldova	55
Oleh TKACH, Vasyl OVCHARUK Influence of chicory plants density on size-mass root parameters	63
Mykola MOROZ Optimization of breeding of predatory green lacewings in artificial biotechnology system - the way to rational nature management and conservation of biological resources	67
Steliana CLAPCO, Rodica MARTEA, Maria DUCA Relația dintre distanța genetică și distanța geografică la unele populații de <i>Orobanche cumana</i> Wallr. din Republica Moldova	73
Елена ГИНДА Влияние физиологически активных веществ на хозяйственно-ценные показатели сорта винограда Бьянка в условиях Южного Приднестровья	81
Петр Безвиконный, Руслан МЯЛКОВСКИЙ Экономико-энергетическая эффективность производства корнеплодов свеклы столовой в условиях Лесостепи Западной Украины	89
Татьяна ЩЕРБАКОВА, Борис ПЫНЗАРУ, Василий МАТИЧУК, Наталья ЛЕМАНОВА, Леонид ВОЛОЩУК Влияние биопрепаратов на снижение фузариозных гнилей кукурузы	96
Аркадий НИКОЛАЕВ, Ирина МАКСИМОВА, Светлана НИКОЛАЕВА Жизнеспособность спор <i>Bacillus subtilis</i> в сухой препаративной форме при длительном хранении препарата	103
Anatolie DAICU, Elena SCRIPNIC, Augustin VOLCONOVICI, Ala CHIRSANOVA, Onorin VOLCONOVICI, Victorin SLIPENCHI, Ina VOLCONOVICI Elaborarea instalației frigorifice automatizate cu consum redus de energie electrică pentru răcirea laptelui	107
Grigore MARIAN, Dumitru ȘEREMET Perfecționarea metodelor de calcul al ajustajelor îmbinărilor cu strângere, alcătuite din piese recondiționate, din componența mașinilor agricole	115
Алла КИРСАНОВА, Августин ВОЛКОНОВИЧ, Викторин СЛИПЕНКИ, Онорин ВОЛКОНОВИЧ, Ина ВОЛКОНОВИЧ Расчет толщины намораживания льда в льдохранилищах систем естественного холода для охлаждения молока и хранения плодовоовощной продукции	127
Viorica GURDIȘ Acțiunea coriolenului asupra scroafelor normogalactice	137
Savva BALANESCU Statusul clinic al scroafelor post-partum și unii markeri ai intoxicației endogene la purceii cu sindrom diareic	144
Nicolae NAFORNIȚA Modificările morfologice în fascioleza ovinelor	151
Татьяна ЛУПОЛОВА, Алла ГАНДЖА, Янина КУЛЕШЕВИЧ Генетическая структура коров черно-пестрой породы по лактопротеинам	160
Наталья ФЕДАК, Сергей ЧУМАЧЕНКО, Любомир ДАРМОГРАЙ, Наталья КРАВЧЕНКО Эффективность применения пробиотиков при консервировании зернофуража повышенной влажности	167
Rita GOLBAN, Artur GOLBAN Aspecte microbiologice asupra calității cărnii de pasăre comercializată în Republica Moldova	173

CONTENTS

Olexandra VOLOSCHUK, Ihor VOLOSCHUK, Valentyna HLYVA, Andriy MARUKHNYAK Biological mechanisms of regulation of winter wheat productivity in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine	3
Nina FRUNZE Respiratory activity in the microbial communities of the plowed chernozem in the Republic of Moldova	12
Yaroslav TSITSYURA Evaluation of ecological stability and plasticity of oilseed radish varieties of different ecological and geographical precedence in the conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine	19
Maria HOMYAK Development of economically valuable breeding material of cocksfoot (<i>Dactylis glomerata</i> L.) by the method of chemical mutagenesis	28
Inna BILICI, Petru BALAN, Sergiu VAMASESCU, Valerian BALAN Apple tree training as a slender spindle	33
Petru BALAN The effect of growth regulators on the regulation of reproductive organs, productivity and fruit quality in the Golden Delicious apple variety	37
Ananie PESTEANU, Oleg CALESTRU Efficiency of crop load adjustment in some apple varieties in the early developmental stage of reproductive organs	46
Inna BILICI Leaf area formation in the new apple varieties cultivated in the Republic of Moldova	55
Oleh TKACH, Vasyl OVCHARUK Influence of chicory plants density on size-mass root parameters	63
Mykola MOROZ Optimization of breeding of predatory green lacewings in artificial biotechnology system - the way to rational nature management and conservation of biological resources	67
Steliana CLAPCO, Rodica MARTEA, Maria DUCA The relationship between genetic and geographical distance of some <i>Orobanche cumana</i> Wallr. populations from the Republic of Moldova	73
Elena GHINDA Influence of physiologically active substances on agronomic traits of Bianca grape variety in the conditions of southern Dniester region	81
Pyotr BEZVIKONNYI, Ruslan MYALKOVSKY Economic and energetic efficiency of red beet production in the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine	89
Tatiana SCERBACOVA, Boris PANZARU, Vasili MATICIUC, Natalia LEMANOVA, Leonid VOLOSCIUC Effect of biopreparations on the reduction of <i>Fusarium</i> rots in maize	96
Arkady NIKOLAEV, Irina MAKSIMOVA, Svetlana NIKOLAEVA Viability of <i>Bacillus subtilis</i> spores in a dry long-term storage preparative form of the biological preparation	103
Anatolie DAICU, Elena SCRIPNIC, Augustin VOLCONOVICI, Ala CHIRSANOVA, Onorin VOLCONOVICI, Victorin SLIPENCHI, Ina VOLCONOVICI Development of an automated low energy consumption installation for milk cooling	107
Grigore MARIAN, Dumitru SEREMET Improving the methods of calculation of interference fit joints made of reconditioned pieces, as a part of agricultural machinery	115
Ala CHIRSANOVA, Avgustin VOLCONOVICI, Victorin SLIPENCHI, Onorin VOLCONOVICI, Ina VOLCONOVICI Calculation of the thickness of ice freezing in ice storage facilities in natural cold plants for cooling milk and storing fruits and vegetables	127
Viorica GURDIS Effect of Choriocin on normal lactation sows	137
Savva BALANESCU Clinical status of post-partum sows and some endogenous intoxication markers in piglets with diarrhoea syndrome	144
Nicolae NAFORNITA Morphological modifications in sheep fasciolosis	151
Tatyana LUPOLOVA, Alla GANDZHA, Yanina KULESHEVICH Genetic structure of Black-and-White breed cows at lactoprotein loci	160
Natalia FEDAK, Sergey CHUMACHENKO, Lyubomir DARMOGRAY, Natalia KRAVCHENKO Effectiveness of probiotics use in the preservation of fodder grain of high humidity	167
Rita GOLBAN, Artur GOLBAN Microbiological aspects of the quality of poultry meat retailed in the Republic of Moldova	173

DOI: 10.5281/zenodo.3883963

CZU: 633.11:631.53.01:631.581.192

BIOLOGICAL MECHANISMS OF REGULATION OF WINTER WHEAT PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

*Olexandra VOLOSCHUK, Ihor VOLOSCHUK,
Valentyna HLYVA, Andriy MARUKHNYAK*

Abstract. The western Forest-Steppe of Ukraine belongs to the area of risky seed production because of the low natural fertility of soils (estimated by 33 points) and a large amount of rainfall (680–760 mm), which causes every 2–3 years to obtain low-yielding seeds. Scientific studies indicate an increase in the productivity of plants of various cultures through the use of growth stimulants and bacterial preparations containing a balanced complex of biologically active substances, which contribute to the activation of the basic life processes in plants and the root zone. The search and selection of highly effective and competitive biological products in various soil and climatic zones remains an urgent issue. Our studies were aimed at assessing the effectiveness of pre-sowing treatment with Vypel-K growth stimulator applied separately and in combination with the bacterial preparations Diazophyte (based on the nitrogen fixing bacterium *Agrobacterium radiobacter*) and Polymyxobacterin (based on the phosphorus-mobilizing bacterium *Paenibacillus polymyxa*) for the yield and sowing qualities of winter wheat (Zolotokolosa variety). For comparison, a variant with water seed treatment and a variant with Vitavax disinfectant dressing were also evaluated. It was established that with the joint use of the studied preparations, seed germination rates are higher by 4.8%, the percent of overwintered plants – by 5.5%, seed yield – by 0.54 t / ha, the mass of 1000 seeds – by 2.1 g, germination energy of collected seed – by 2.1%, laboratory germination – by 2.2%. The increasing of the genetic potential of the varieties that are introduced into production due to the elements of biologized growing technology allows to regulate the growth and reproduction processes and adjust the nutritional conditions of winter wheat, since biological preparations are environmentally friendly and their low cost helps to reduce the cost of produced seeds.

Key words. *Triticum*; Seed treatment; Growth stimulator; Bacterial preparation; Field germination; Plant overwintering; Seed yield.

INTRODUCTION

The use of biological preparations in environmentally friendly technologies for growing crops is aimed at regulating the most important life support processes of the plant organism and soil microflora helps to mobilize the potential of the variety in the genome of nature and breeding. An important aspect of their action is to increase resistance to adverse environmental factors – high and low temperatures, phytotoxicity of pesticides, disease and pest damage (Волощук, І.С. 2011; Герман, М.М. 2011; Господаренко, М.М. et al. 2018; Грицаєнко, З.М., Пономаренко, С.П. et al. 2008; Ростоцький, О. 2012; Чабанюк, Я.В.. et al. 2015; Bushong, J.T. et al. 2014).

Particularly noteworthy is their use in seed-growing technologies of winter wheat cultivation, since the seeds are the carriers of all the important biological/physiological properties of the variety and affect the quality and quantity of the yields obtained in subsequent reproduction. The widespread use in the production of various mechanisms and machines leads to their injury, penetration of microorganisms, that negatively affects the growth and development of plants and leads to a decrease in yield properties and sowing qualities of seeds (Біловус, Г.Я., Волощук, І.С. et al. 2015а; Дульнев, П.Г., Косих, В. 2010; Малиновська, І.М., Ткаченко, М.А. 2015; Волкогон, В.В. 2015; Засуха, Т. 2001; Ремесло, О.В. et al. 2013; Попко, М. et al. 2018).

The studies of many authors have established that pre-sowing treatment of seeds with biological preparations contributes to a better development of the root system of plants in the early stages of growth, playing an important role in providing nutrients and water, the more efficient the functioning of the root system, the higher the productivity (Andreichenko, L.V. et al. 2010; Біловус, Г.Я., Волощук, І.С. et al. 2015b; Боровая, В.П. 2009; Волощук, О.П. et al. 2014; Господаренко, Г.М. 2015; Господаренко, Г.М. et al. 2009; Жердецький, І.М. 2009; Кочмарський, В.С. 2005; Марчук, І.Ю. et al. 2012; Сірошан, А.А. et al. 2015; Сметанко, О.В. et al. 2018; Ткаленко, Г. 2015; Фатеев, А.И. et al. 2013; Bauer, P. et al. 1995).

In the Western Forest-Steppe of Ukraine, the question of the influence of biological preparations on the productivity of winter wheat remains insufficiently studied, which led us to conduct research.

The purpose of the research was to establish the effectiveness of pre-sowing seed treatment with a growth stimulator and bacterial preparations for the yield and sowing qualities of winter wheat.

MATERIALS AND METHODS

The studies were conducted in the Seed Production Laboratory of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of the National Academy of Agricultural Sciences (NAAS) of Ukraine in 2010–2012.

The topsoil on the experimental plots is characterized by such agrochemical parameters: humus content (by Tyurin) – 1.9 %, salt extract pH (potentiometric method) – 4.8, hydrolytic acidity (by Kappen-Hilkovits) – 2.93 mg eq. / 100 g of soil, the content of mobile phosphorus and potassium (by Kirsanov) – 98 and 86 mg per 1 kg of soil, easily hydrolyzed nitrogen (by Kornfield) – 88 mg per 1 kg of soil.

The weather conditions prevailing over the years of research distinguished by temperature and precipitation. The year of 2010 was very wet, with annual mean values of 668 mm, the total precipitation was 998.7 mm, which is 326.7 mm more. The average monthly annual indicator of air temperature in 2011 was higher by 0.9 °C, and the total amount of precipitation was by 41.6 mm less. A higher temperature was observed in 2012, in terms of precipitation close to the average multi-year data.

The experimental plot area was 56 m², accounting – 50 m². The placement of variants was systematic, repetition – 3-fold. The seeding rate of winter wheat seeds was 5.5 million viable seeds/ha.

The sowing qualities of winter wheat seeds were determined according to DSTU 4138-2002 (State Standard of Ukraine, 2003).

The studies were performed according to generally accepted methods.

The processing and synthesis of research results were performed using Microsoft Excel. The obtained data were processed by the method of dispersion and correlation analysis (Дюпехов, Б.А. 1985).

The products used for seed treatment were Vitavax, Vympel K, Diazophyte and Polymyxobacterin. Vitavax 200 FF, 34% w.s.c. is a seed disinfectant. It is used in more than 30 crops and is a patented growth regulator. Composition - carboxin 200 g / l + thiram 200 g / l, formulation: water-suspended concentrate. It not only provides disease control, but also acts in four different directions: it stimulates the germination process, helps to lengthen the period of formation of the membrane, provides improved stem formation and healthy root development, resulting in an increase in the number of homogeneous seedlings.

Vympel-K is an amber-humate complex and acts as an active antioxidant (intensively assimilates oxygen) and an adaptogen (protects the body from adverse environmental conditions, as well as toxins, both internal and external).

Diazophyte is a yellow liquid with a specific odor. It is obtained from the cultivation of active specific strains of *Agrobacterium radiobacter* in a sterile culture medium. In 1 ml of the drug there are at least 4–6 billion of viable bacteria. Producer: Institute of Agricultural Microbiology, NAAS of Ukraine.

Polymyxobacterin is a bacterial preparation, the mechanism of action of which is associated with the property of the bacteria *Paenibacillus polymyxa* KB to produce organic acids and phosphatase, which leads to the dissolution of insoluble mineral and organic phosphates of the soil, as a result of which plants receive additional nutrition from phosphorus from soil reserves. The bacteria *Paenibacillus polymyxa* KB also have the ability to produce plant growth stimulants and B vitamins and are resistant to a number of pesticides. Producer: Institute of Agricultural Microbiology, NAAS of Ukraine.

RESULTS AND DISCUSSION

Investigating the effectiveness of different rates of Vympel-K growth regulator, we found that on the control (without seed treatment) the length of the roots of winter wheat variety Zolotokolosa was 2.5 mm, and the mass of 100 roots was 3.9 g. The strength of the shoot growth increased while their length grew by 0.3–0.6 mm, and the mass of 100 shoots increased by 1.6–2.0 g (Fig. 1).

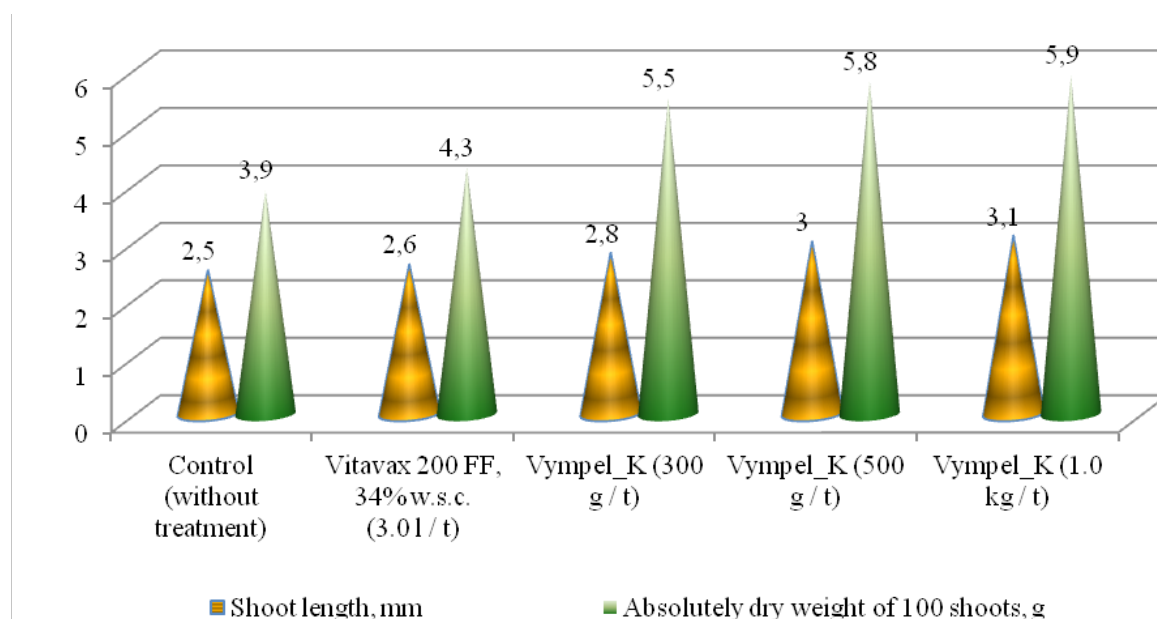


Figure 1. The effect of Vypel-K stimulator on the strength of the growth of winter wheat seeds (2010–2012)

According to $SSD_{0.05} = 0.2$ g, the higher strength of the shoot growth was observed on the variant with the use of Vypel-K growth regulator in the rate 500 g / t of seeds. With this variant, seed germination energy and laboratory germination were the highest, 91 and 96%, respectively (Fig. 2).

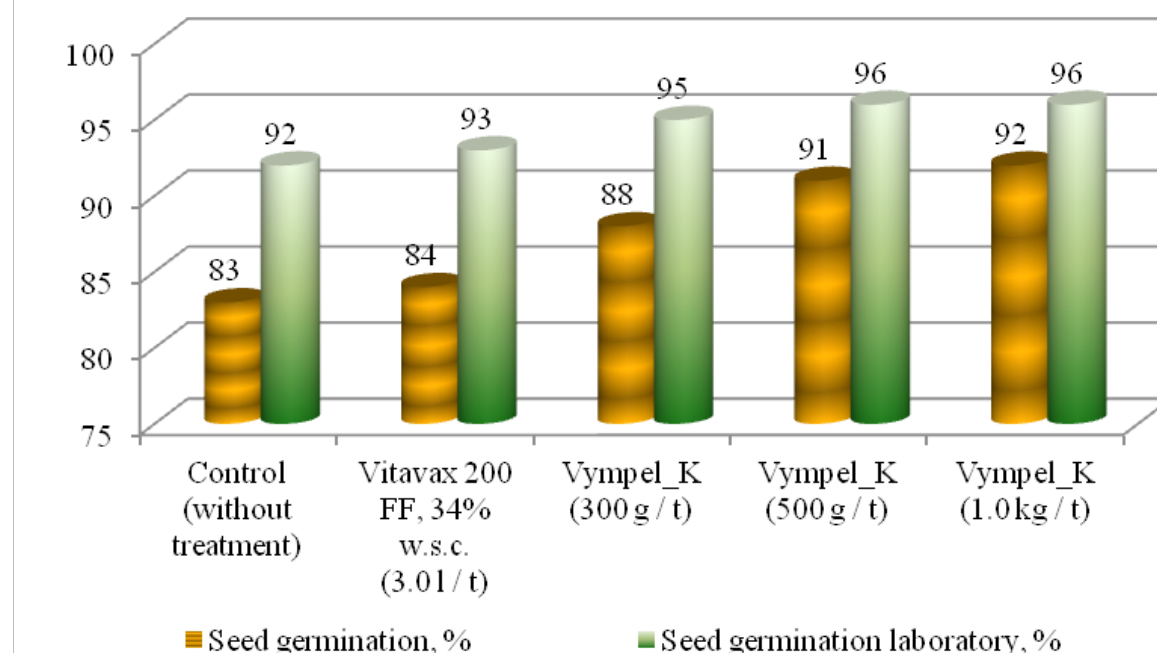


Figure 2. The effect of Vypel-K growth stimulant on germination energy and laboratory germination of winter wheat seeds (2010–2012)

Increasing the application rate to 1.0 kg / t did not have a significant effect on these indicators. The efficiency of the lower rate (300 g / t of seeds) of Vypel-K was also lower.

High seed sowing qualities may not always provide good field germination. The sowing seeds are affected by the temperature, soil moisture and pre-sowing preparation, seed depth, etc., therefore field germination over the years of research compared to the laboratory one was by 12.7–13.4% lower (Table 1).

Table 1. The effect of presowing treatment of seeds with biological preparations on their field germination and the wintering of plants of winter wheat variety Zolotokolosa (2010–2012), %

Seed treatment	Seed germination			Overwintered plants		
	average	± to control		average	± to control	
Control (without treatment)	78.6 ± 6.2	–	–	85.7 ± 2.9	–	–
Vitavax 200 FF, 34 % w.s.c.	80.9 ± 7.8	2.3	–	91.1 ± 2.5	5.4	–
Vympel-K	83.3 ± 5.8	4.7	2.4	93.4 ± 1.9	7.7	2.3
Vympel-K + Diazophyte	83.5 ± 6.7	4.9	2.6	94.0 ± 1.5	8.3	2.9
Vympel-K + Polymyxobacterin	83.9 ± 6.6	5.3	3.0	94.2 ± 2.2	8.5	3.1
Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin	85.7 ± 7.5	7.1	4.8	96.6 ± 0.5	10.9	5.5
SSD _{0.05}	1.4			0.3		

Note: Application rate of Vympel-K – 500 g / t, Diazophyte – 100 ml for one-hectare rate of seeds, Polymyxobacterin – 150 ml for one-hectare rate of seeds

However, the positive effect of the growth regulator was observed. Compared with the control, seed treatment with Vitavax 200 FF, 34% w.s.c. (3.0 l / t) contributed to an increase in field germination by 2.3%, and presowing treatment with Vympel-K growth regulator contributed to a higher field germination by 4.7% than the control (seed treatment with 10 l/t of water) and by 2.4% than Vitavax seed treatment.

When the growth regulator Vympel-K was used together with the nitrogen-fixing bacterial preparation Diazophyte a slight increase (by 0.2%) in field germination was observed, while for the combination of Vympel-K with the phosphorus-mobilizing preparation Polymyxobacterin this increase was of 0.6%.

The combined use of Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin contributed to an increase in field germination to control by 7.1%, to Vitavax 200 FF treatment, 34% w.s.c. – by 4.8%, to presowing treatment with Vympel-K – by 2.4%. The low activity of nitrogen-fixing and phosphorus-mobilizing bacteria was due to the critical soil moisture of the sowing period of 2011 (only 4 mm).

The average percentage of overwintering of winter wheat plants, depending on the experiment variants, ranged from 85.7% in the control to 96.6 % for pre-sowing seed treatment with Vympel-K + bacterial preparations Diazophyte and Polymyxobacterin. Compared with the control, the seed dressing with Vitavax promoted to an increase in winter hardiness of plants by 5.4 %, dressing with growth regulator – by 7.7%, Vympel-K + nitrogen-fixing preparation Diazophyte – by 8.3%, Vympel-K + phosphomobilizing Polymyxobacterin – by 8.5%, and the combined use of Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin – by 10.9%. Compared these variants only with seed dressing, Vitavax 200 FF disinfectant, 34% w.s.c. these figures were 2.3%, 2.9, 3.1 and 5.5%, respectively.

The effectiveness of the biological preparations ensured a seed yield at the level of 3.85–4.22 t / ha (Table 2). The yield increase to control, depending on the experience variants, was of 8.8–19.2%, while to Vitavax seed treatment variant, 200 FF, 34% w.s.c. – 4.6–14.7%. The seed dressing with Vitavax 200 FF 34% w.s.c. (3.0 l / t) increased the yield by 0.14 t / ha compared to the control.

Table 2. The yield of wheat seeds of winter varieties Zolotokolosa depending on the presowing treatment with biological preparations (2011–2013), t / ha

Seed treatment	Year			Average	± to control	
	2011	2012	2013		t / ha	%
Control (without treatment)	4.15	3.08	3.39	3,54 ± 0,41	–	–
Vitavax 200 FF, 34 % w.s.c.	4.31	3.22	3.51	3,68 ± 0,42	0.14	–
Vympel-K	4.49	3.32	3.76	3,85 ± 0,40	0.31	8.8
Vympel-K + Diazophyte	4.55	3.43	3.84	3,94 ± 0,41	0.40	11.3
Vympel-K + Polymyxobacterin	4.67	3.55	4.06	4,09 ± 0,38	0.55	15.5
Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin	4.75	3.68	4.23	4,22 ± 0,36	0.68	19.2
Average	0.5	0.8	0.6			
SSD _{0.05}	0.05	0.08	0.06			

The presowing treatment with the growth stimulator contributed to a reliable yield increase of 0.31 t / ha, and a small increase of 0.09 t/ha was in the combined variant with Diazophyte, within the limits of error (SSD_{0.05} = 0.5–0.8 t / ha). More compelling was the combination of the growth regula-

tor with Polymyxobacterin, which assisted an increase in seeds compared with Diazophyte variant by 0.24 t / ha. For the variant – Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin – the yield increase was the largest 0.68 t / ha compared to the control and 0.54 t / ha compared to the variant with seed dressing.

Depending on the experience variants, the plants formed seeds with a different mass of 1000 seeds from 42.2 g in the control to 45.0 g in the combined use of the growth regulator and bacterial preparations of nitrogen-fixing and phosphorus-mobilizing action (Table 3).

Table 3. Sowing qualities of seeds of winter wheat variety Zolotokolosa depending on the presowing treatment with biological preparations (2011–2013)

Seed treatment	Application rate of preparation, l / t, g / t	Mass 1000 seeds		Germination energy		Laboratory germination	
		g	± to control	%	± to control	%	± to control
Control (without treatment)	–	42,2 ± 0,3	–	83,9 ± 0,9	–	92,5 ± 1,2	–
Vitavax 200 FF, 34 % w.s.c.	3.0	42,9 ± 0,6	0,7	85,0 ± 1,1	1,1	94,1 ± 1,5	1,6
Vympel-K	500	43,5 ± 1,1	1,2	85,5 ± 1,5	1,6	95,0 ± 1,8	2,5
Vympel-K + Diazophyte	500 + 100	43,8 ± 1,4	1,6	86,0 ± 1,7	2,1	95,4 ± 2,1	2,9
Vympel-K + Polymyxobacterin	500 + 150	44,3 ± 1,6	2,1	86,9 ± 1,9	3,0	95,7 ± 2,5	3,2
Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin	500 + 100 + 150	45,0 ± 1,9	2,8	87,1 ± 2,2	3,2	96,3 ± 2,4	3,8
SSD _{0.05}		0.4		1.0		1.5	

Compared to the control the mass of 1000 seeds significantly increased by 1.2–2.8 g (SSD_{0.05} = 0.4 g) in the variants treated with biopreparations. Such seeds provided a higher germination energy by 0.5–2.1% and a higher laboratory germination by 0.9–2.2% in comparison with Vitavax seed treatment.

The correlation between field germination and seed yield, depending on the use of biological origin preparations, was strong and direct (Table 4).

Table 4. Correlation between the elements of winter wheat productivity depending on the treatment with biological preparations (2011–2013)

Seed treatment	Application rate of preparation, l / t, g / t	Field germination, %	Seed yield, t / ha	Correlation coefficient (r)
Control (without treatment)	–	78.6	3.54	0.969
Vitavax 200 FF, 34% w.s.c.	3.0	82.9	3.68	0.978
Vympel-K	500	85.7	3.85	0.980
Vympel-K + Diazophyte	500 + 100	83.3	3.94	0.984
Vympel-K + Polymyxobacterin	500 + 150	83.5	4.09	0.986
Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin	500 + 100 + 150	83.9	4.22	0.991

Note: From 0 to 0.33 – weak, 0.33 to 0.66 – medium, 0.66 to 1.00 – strong, 1.00 – complete, both for direct and inverse correlation (r).

If on the control (without seed treatment) the correlation coefficient was 0.969, then for presowing seed treatment it grew by 0.009, and for seed treatment with the growth stimulator Vympel-K – by 0.011. Bacterial preparations contributed to a stronger correlation by 0.015 and 0.017; this indicator was the highest for their combined use with the growth stimulator – 0.991.

Our studies are confirmed by scientists (Bauer, P. et al. 1995) that growth regulators, participating in the modulation process directly or indirectly at the biochemical level, act as analogues of phytohormones, the role of which in the organogenesis of vesicles indicates their increase and activity, affects the development of the root system and activation photosynthesis and P. G Dulnev (scientific and engineering center “axo” of the Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine) and P.A. Donchenko (Crimean Branch of Soil Microbiology of the Institute of Agriculture of the UAAS) claim an increase SRI soybean yield (at 10.6-19.0%) and spring barley (at 14.3-19.0%) under the influence of use in preplant seed treatment DG-477 formulation with rizotorfina (Дульнев, П., Косих, В. 1998).

The high efficiency of the growth stimulator in combination with the bacterial preparations of nitrogen-fixing and phosphorus-mobilizing effects, in our experiments, contributed to good seed protection from external factors and to an optimal level of plant nutrition. By the combination of Vympel-K growth stimulator (500 g / t) + bacterial preparations of nitrogen-fixing action Diazophyte (100 ml for one-hectare rate of seeds) and phosphorus-mobilizing action Polymyxobacterin (150 ml for one-hectare rate of seeds) field germination of seeds increased by 4.8%, the percent of overwintered plants - by 5.5%, seed yield - by 0.54 t / ha.

The low cost of the biological preparations ensured high profitability of the production of basic seeds (Table 5). For the pre-sowing treatment of seeds with Vympel-K stimulator (500 g / t), the profitability level was by 9.1% higher than for the option of dressing with Vitavax 200 FF, 34% w.s.c., 3.0 l / t, while for the combined use of the stimulator with the nitrogen-fixing bacterial fertilizer Diazophyte, this indicator was by 11.4% higher. The highest profitability was obtained for the joint treatment of seeds with the growth stimulator and bacterial preparations (Diazophyte and Polymyxobacterin) - 40.1%.

Table 5. *Economic efficiency of using Vympel-K growth stimulator with bacterial preparations in pre-sowing treatment of winter wheat seeds of the Zolotokolosa variety (2011-2013)*

Seed treatment	Seed productivity, t/ha	The cost of seeds sold, thous. uah	Costs per 1 ha, thous. uah	Conditionally net profit, thous. uah/t	Cost price products, thous. uah/t	Profitability, %
Control (without treatment)	3,54	19,5	15,9	3,6	4,5	22,6
Vitavax 200 FF, 34% w.s.c.	3,68	20,2	16,5	3,7	4,5	22,4
Vympel-K	3,85	21,2	16,1	5,1	4,2	31,7
Vympel-K + Diazophyte	3,94	21,7	16,2	5,5	4,1	34,0
Vympel-K + Polymyxobacterin	4,09	22,5	16,2	6,3	4,0	38,9
Vympel-K + Diazophyte + Polymyxobacterin	4,22	23,2	16,5	6,7	3,9	40,1

Note. The cost of elite seeds is 5.5 thous. uah / t.

CONCLUSIONS

The use of presowing seed treatment with biological preparations in the technology of growing winter wheat is a promising direction for increasing the production of seed products, as they are environmentally friendly, and their low cost helps to reduce the cost of production of basic seeds.

Fungicides that are in production reduce the germination energy and germination of seeds, and this has a negative effect on field germination, plant density per unit area, and further productivity of sowing.

We have confirmed that the high stimulating effect of the biological preparation Vympel-K at the application rate of 500 g / t compared with the control and with Vitavax 200 FF seed treatment variant (3.0 l / t) provided a higher root growth power by 2.5 mm, mass of 100 shoots – by 1.6-2.0 g, and a high percentage of seed germination energy and laboratory germination (92 and 96%).

With the increase in the number of beneficial microorganisms in the gray forest surface-gleyed soil, the enzymatic activity intensified, which positively influenced the process of mobilization of nutrients in an accessible form, increasing the productivity of winter wheat.

Good seed protection from external factors and optimal plant nutrition provided by the combination of Vympel-K growth stimulator (500 g / t) + bacterial preparations of nitrogen-fixing and phosphorus-mobilizing action Diazophyte (100 ml for one-hectare rate of seeds) + Polymyxobacterin (150 ml for one-hectare rate of seeds) compared to the seed treatment variant with Vitavaks 200 FF, 34% w.s.c. (2.5 l / t) contributed to a 4.8% increase in field germination, 5.5% increase in the percent of overwintered plants, 0.54 t / ha (or 19.2%) increase in seed yield, 2.1 g increase in thousand-seed-weight, 2.1% increase in germination energy of the collected seeds, and 2.2% increase in laboratory germination.

Pre-sowing seed treatment with growth stimulants and bacterial preparations in the technology of growing winter wheat reduces pesticidal load at the initial stage of plant growth and its development, protects seedlings well from negative environmental factors and is environmentally friendly, and lower production costs provide high profitability for the production of basic seeds (40,1%).

REFERENCES

1. АНДРІЙЧЕНКО, Л.В., ХОМЯК, П.В., РИБКА, В.С., КОМПАНИЄЦЬ, В.О. (2010). Агроєкологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах Південного Степу України [Agroecological and economic aspects of growing winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. In: Екологія: наукові праці. Київ, т. 132, вип. 119, с. 41–44.
2. БИЛОВУС, Г.Я., ВОЛОЩУК, И.С. (2015b). Влияние микробных препаратов и удобрений на развитие темно-коричневого листового пятна озимой пшеницы в условиях Западной Лесостепи Украины [The influence of microbial preparations and fertilizers on the development of dark-brown leaf spot of winter wheat in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. In: Защита растений: сборник научных трудов Института защиты растений РУП. Минск, вып. 39, с. 42–46.
3. БИЛОВУС, Г.Я., ВОЛОЩУК, А.П., ВОЛОЩУК, И.С. (2015a). Развитие болезней пшеницы озимой в зависимости от применения стимулятора роста и бактериальных препаратов в условиях Западной Лесостепи Украины [The development of winter wheat diseases depending on the use of growth stimulants and bacterial preparations in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. In: Вестник НГАУ: Новосибирский государственный аграрный университет. Новосибирск, вып. 4(37), с. 13–17.
4. БОРОВАЯ, В.П. (2009). Система применения биосредств и технологий биозащиты при возделывании озимой пшеницы [The system of application of biological agents and technologies of bioprotection in the cultivation of winter wheat]. In: Аграрный вестник Урала Российской академии сельскохозяйственных наук, № 6, с. 26–28.
5. ВОЛКОГОН, В.В., ред. (2015). Мікробні препарати в сучасних сільськогосподарських технологіях (наукові та практичні рекомендації) [Microbial preparations in modern agricultural technologies (scientific and practical recommendations)]. Київ, с. 248.
6. ВОЛОЩУК, И.С. (2011). Вплив передпосівної інокуляції насіння мікробними препаратами на зимостійкість рослин пшениці озимої [The effect of presowing seed treatment with microbial preparations on winter hardiness of winter wheat plants]. In: Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник, вип. 53 (II), с. 11–17.
7. ВОЛОЩУК, О.П., ВОЛОЩУК, И.С., ГЛИВА, В.В., ГЕРЕШКО, Г.С., СЛУЧАК, О.М. (2014). Вплив біологічних препаратів на стимуляцію процесів проростання насіння пшениці озимої [The effect of biological agents on the stimulation germination of winter wheat seeds]. In: Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник, вип. 56 (II), с. 9–15.
8. ГЕРМАН, М.М. (2011). Поліпшення посівних якостей насіння пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки насіння [Improving the sowing qualities of wheat seeds in soft winter depending on the presowing treatment of seeds]. In: Вісник Полтавської державної академії, № 4, с. 54–57.
9. ГОСПОДАРЕНКО, Г.М. (2015). Агрохімія: підручник [Agrochemistry: a textbook]. Київ, с. 376.
10. ГОСПОДАРЕНКО, М.М., ПРОКОПЧУК, І.В., КРИВДА, Ю.І. (2009). Вміст і баланс мікроелементів і важких металів у ґрунті після тривалого використання добрив у сівозміні [The content and balance of microelements and heavy metals in the soil after prolonged use of fertilizers in the crop rotation]. Агроном, № 4, с. 103–113.
11. ГОСПОДАРЕНКО, Г., ЛЮБИЧ, В., НОВІКОВ, В. (2018). Оптимізація виробничого процесу очищення зерен пшениці різної міцності [Optimization of production process of peeled grains of wheat of different solidity]. In: EUREKA: Науки про життя: Наука та технологія харчування, вип. 5, с. 3–14, doi: <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00718>.
12. ГРИЦАЄНКО, З.М., ПОНОМАРЕНКО, С.П., КАРПЕНКО, В.П., ЛЕОНТЮК, І.Б. (2008). Біологічно активні речовини в рослинництві [Biologically active substances in crop production]. Київ: НІЧЛАВА, 352 с.
13. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 351 с.
14. ДСТУ 4138-2002. (2003). Насіння сільськогосподарських культур. Методика визначення якості [Crop seeds. The method of determining quality. DSTU 4138-2002]. [Чинний від 07.10.2011]. Київ : Держспоживстандарт України, с. 173.
15. ДУЛЬНЕВ, П.Г., ДОНЧЕНКО, П.А. (1998). Поиск перспективных физиологически активных соединений, повышающих азотфиксирующую активность микроорганизмов и продуктивность сельскохозяйственных культур [Search for promising physiologically active compounds that increase the nitrogen-fixing activity of microorganisms and the productivity of crops]. In: Елементи регуляції в рослинництві: збірник наукових праць. НАН України; Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії; НІЦ «АКСО» ; під ред. В. П. Кухаря. Київ: ВВП «Компас», с. 25–31.

16. ДУЛЬНЄВ П., КОСИХ В. (2010). Регулятори росту на озимій пшениці [Growth regulators on winter wheat]. *Farmer*, № 3, с. 50–52.
17. ЖЕРДЕЦЬКИЙ, І.М. (2009). Мікроелементи в житті рослин [Microelements in plant life]. *Агроном*, № 4, с. 28–30.
18. ЗАСУХА, Т. (2001). Вітчизняні регулятори росту рослин – це надійні фактори [Domestic plant growth regulators are reliable factors]. In: *Пропозиція*, № 3, с. 76.
19. КОЧМАРСЬКИЙ, В.С. (2005). Вплив протруйників і рістрегуляторів на посівні якості та врожайні властивості насіння озимої пшениці [Influence of disinfectants and growth regulators on sowing qualities and productive properties of winter wheat seeds]. In: *Збірник наукових праць Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення УААН*, вип. 7, с. 73–79.
20. МАЛИНОВСЬКА, І.М., ТКАЧЕНКО, М.А. (2015). Кількість та фізіологічно-біохімічна активність мікроорганізмів сірого лісового ґрунтового горизонту [The number and physiological-biochemical activity of microorganisms of the gray forest soil horizons]. In: *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут сільського господарства НААН»*, вип. 2, с. 13–15.
21. МАРЧУК, І.Ю., МАКАРЕНКО, В.Н., РОСТАЛЬНИЙ, В.Е. (2012). Питание и удобрение полевых культур [Nutrition and fertilizer of field crops]. *Пособие украинского фермера: научно-практический ежегодник*, № 1, с. 187–256.
22. ВОЛКОГОН, В.В., ред. (2015). Мікробні препарати в сучасних сільськогосподарських технологіях (наукові та практичні рекомендації) [Microbial preparations in modern agricultural technologies (scientific and practical recommendations)]. Київ, с. 248.
23. РЕМЕСЛО, О.В., КОЛЬЦОВ, С.О., МАРУЩАК, Г.М., ЛІСОВИЙ, М.М. (2013). Застосування регулятора росту рослин «Вимпел» на пшениці озимій в умовах Степу [Application of plant growth regulator “Vympel” on winter wheat under Steppe conditions]. In: *Вісник аграрної науки*, № 12, с. 33–35.
24. РОСТОЦЬКИЙ, О. (2012). Біокомплекси для озимих культур [Biocomplexes for winter crops]. *Пропозиція*, № 8, с. 62–61.
25. СІРОШАН, А.А., КАВУНЕЦЬ, В.П., ЦЕНТИЛО, Л.В. (2015). Посівні якості насіння та врожайність пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки біологічними добривами [Sowing qualities of seeds and yield of soft winter wheat, depending on the presowing treatment with biological fertilizers]. In: *Миронівський вісник: збірник наукових праць*, вип. 1, с. 146–156.
26. СМЕТАНКО, О.В., БУРИКІНА, С.І., КРИВЕНКО, А.І. (2018). Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України [The influence of the elements of the biologization of the cultivation of winter wheat on various backgrounds of mineral nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. In: *Вісник аграрної науки*, вип. 8 (785), с. 33–37.
27. ТКАЛЕНКО, Г. (2015). Біологічні препарати в захисті рослин. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту [Biological preparations in plant protection. Modern agricultural technologies on the use of biological products and growth regulators]. In: *Спецвипуск. Пропозиція*, с. 2–15.
28. ФАТЕЕВ, А.І., СЕМЕНОВ, Д.А., МИРОШНИЧЕНКО, Н.Н. (2013). Соотношение Шк / Сфк в почвах Украины как показатель подвижности микроэлементов [Shk/Sfk ratio in soils of Ukraine as a parameter of the mobility of microelements]. In: *Известия аграрной науки*, № 7, с. 16–19.
29. ЧАБАНЮК, Я.В., КЛИМЕНКО, А.М., ЯЩУК, В.У. (2015). Екологічні аспекти передпосівної обробки насіння біопрепаратами [Ecological aspects of pre-sowing seed treatment with biopreparations]. In: *Збалансоване природокористування*, № 2, с. 136–139.
30. BAUER, P., COBA DE LA PANA, T., FRUGIER, F. (1995). Role of plant hormones and carbón (nitrogen metabolism in controlling nodule initiation on alfalfa roots). In: *Nitrogen Fixation: Fundamentals and Application: Proc. 10-th Int. Congr. Nitrogen Fix. (St. Petersburg, May, 1995)*. Dordrecht; Boston; London, s. 443–448.
31. BUSHONG, J.T., ARNALL, D.B., RAUN, W.R. (2014). Effect of Preplant Irrigation, Nitrogen Fertilizer Application Timing, and Phosphorus and Potassium Fertilization on Winter Wheat Grain Yield and Water Use Efficiency. In: *International Journal of Agronomy*, pp. 1–12. doi:10.1155/2014/312416
32. ПОРКО, М., МІЧАЛАК, І., WILK, R., GRAMZA, M., CHOJNACKA, K., GÓRECKI, H. (2018). Effect of the New Plant Growth Biostimulants Based on Amino Acids on Yield and Grain Quality of Winter Wheat. In: *Molecules*, vol. 23 (2), 13 p. doi: <http://doi.org/10.3390/molecules23020470>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

VOLOSCHUK Olexandra *  <https://orcid.org/0000-0002-2509-9452>

Doctor of Agricultural Sciences, Laboratory of Seed Production, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Lviv, Ukraine

VOLOSCHUK Ihor  <https://orcid.org/0000-0002-2944-8656>

Candidate of Agricultural Sciences, Laboratory of Seed Production, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Lviv, Ukraine

HLYVA Valentyna  <https://orcid.org/0000-0002-9033-6549>

Candidate of Agricultural Sciences of Laboratory of Seed Production, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Lviv, Ukraine

MARUKHNYAK Andriy  <https://orcid.org/0000-0001-8561-9010>

Candidate of Agricultural Sciences, Laboratory of Grain and Forage Crops Breeding, Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Lviv, Ukraine

**Corresponding author: olexandravoloschuk53@gmail.com*

Received: 30.03.2020

Accepted: 05.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3883967

CZU: 631.433.3: 631.46: 631.445.41 (478.9)

ACTIVITATEA RESPIRAȚIEI DIN COMUNITĂȚILE MICROBIENE ALE CERNOZIOMULUI ARAT DIN REPUBLICA MOLDOVA

Nina FRUNZE

Abstract. The respiration activity of the microbial communities in the plowed chernozem was evaluated in fractions of the values of basal respiration (BR), substrate-induced respiration (SIR), as well as of specific respiration (qCO_2), in relation to the soil of the natural biocenosis (standard). For study a carbonate chernozem from a field cultivated with maize in a seven-course crop rotation system was used. The investigations were carried out on the following experimental variants: 1) control (no fertilizing); 2) $N_{60}P_{45}K_{45}$; 3) $N_{160}P_{120}K_{90}$; 4) farmyard manure 12 t/ha+ P_{15} ; 5) farmyard manure 24 t/ha+ P_{30} ; 6) farmyard manure 12 t/ha+ $N_{60}P_{45}K_{45}$. The uncultivated soil from a natural biocenosis situated in the vicinity of experimental plots served as reference background. It was established that agricultural use of soil not only modified the values of BR and SIR but their ratio as well. The average absolute values of basal respiration and substrate-induced respiration were 0,71–1,16 $\mu g C - CO_2/g \text{ sol/h}$ in the plowed soils and 10,3–25,9 $\mu g C - CO_2/g \text{ sol/h}$ in the uncultivated soil. Absolute indices of BR from the plowed soil variants were less than SIR values. At the same time the relative values of BR (against uncultivated soil) exceeded the relative values of SIR by 10–21%. The specific respiration indices (qCO_2) (1,99–3,07 $\mu g C - CO_2/mg Cmic/h$) generally reflected the steady state of the microbial communities in the studied variants, but also indicated that between BR/microbial biomass ratios of the plowed variants and BR/microbial biomass ratio of the soil of natural biocenosis a difference was formed that was conditioned by the prolonged influence of anthropic factors. This difference characterizes as stressful the state of the microbial communities, and its amplitude (13–54%) denotes the degree of stress.

Key words: Plowed chernozem; Basal respiration; Substrate-induced respiration; Specific respiration; Microbial communities; Fertilizing.

Rezumat. A fost evaluată activitatea respirației comunităților microbiene din cernoziomul arat în fracțiuni ale valorilor respirației bazale (RB), respirației induse de substrat (RIS), precum și ale respirației specifice (qCO_2), în raport cu solul biocenozei naturale. Drept obiect de studiu a servit cernoziomul carbonatic de pe un teren folosit pentru cultivarea porumbului într-un asolament cu 7 sole. Investigațiile s-au desfășurat pe 5 variante experimentale: 1) control (fără fertilizare); 2) $N_{60}P_{45}K_{45}$; 3) $N_{160}P_{120}K_{90}$; 4) gunoi de grajd 12 t/ha+ P_{15} ; 5) gunoi de grajd 24 t/ha+ P_{30} ; 6) gunoi de grajd 12 t/ha+ $N_{60}P_{45}K_{45}$. Pârloaga din apropierea parcelelor experimentale (la circa 50 m) a servit ca fundal de referință. S-a stabilit, că utilizarea agricolă a solurilor a modificat nu numai valorile RB și RIS, ci și raportul acestora. Valorile medii absolute ale respirației bazale și ale celei induse de substrat au fost de 0,71–1,16 $\mu g C - CO_2/g \text{ sol/h}$ în solurile arate și, respectiv, 10,3–25,9 $\mu g C - CO_2/g \text{ sol/h}$ în solul de pârloagă. Indicii absoluți ai RB din variantele solului arat au fost mai mici ca ai RIS. În același timp, valorile relative (față de pârloagă) ale respirației bazale depășesc valorile relative ale RIS în medie cu 10–21%. Indicii respirației specifice (qCO_2) (1,99–3,07 $\mu g C - CO_2/mg Cmic/h$) au reflectat, în general, starea de echilibru a comunităților microbiene din variantele studiate, dar au indicat deasemenea, că între raporturile RB/biomasa microbiană ale variantelor arate și raportul RB/biomasa microbiană al solului biocenozei naturale s-a format o diferență condiționată de influența prelungită a factorilor antropici. Această diferență caracterizează drept stresantă starea comunităților microbiene, iar amplitudinea (13–54%) a indicat gradul de stres.

Cuvinte-cheie: Cernoziom arat; Respirație bazală; Respirație indusă de substrat; Respirație specifică; Comunități microbiene; Fertilizare.

INTRODUCERE

Una dintre cauzele degradării solului se consideră perturbarea circuitului global al carbonului (Добровольский, Г.В. 1999; Горшков, В.Г., Кондратьев, К.Я. et al. 1990; Заварзин, Г.А., Кудеяров, В.Н. 1993; Фрунзе, Н.И. 2007; Наумов, Н.С. 2009; Благодатский, С.А. et al. 2008). Problemele de mediu stimulează interesul cercetătorilor în evaluarea componentei vii a ecosistemelor terestre, în special a microorganismelor edafice (Благодатский, С.А. et al. 2008; Демкина, Т.С., Ананьева, Н.Д. 1998; Ананьева, Н.Д. 2003; Сусьян, Е.А. et al. 2009). O abordare fiabilă și promițătoare pentru identificarea diverselor efecte asupra solului este considerată cea sinecologică, care se bazează pe reacția de răspuns a microorganismelor solului la introducerea unor substraturi accesibile în sol (Blagodatsky, S.A. et al. 2000; Hund, K., Schen, K.B. 1994; Богомолова, И.Н. 2005; Паников, Н.С. 1992). Unul dintre indicatorii mai informativi se consideră a fi activitatea respirației comunităților microbiene din

sol și anume respirația bazală (RB) și cea indusă de substrat (RIS). Respirația specifică a biomasei microbiene sau coeficientul metabolic microbial (qCO_2) se calculează ca raportul dintre RB și biomasa microbială (BM) (Богомолова, И.Н. 2005). S-a demonstrat că valoarea acestui raport poate indica unele încălcări și nereguli (Ананьева, Н.Д. 2003; Сусьян, Е.А. et al. 2009; Благодатский, С.А. 2012). Valoarea coeficientului metabolic microbial în ecosistemele tinere sau perturbate este mai mare decât în comunitățile microbiene climacteriene (vârstnice) sau mai rezistente (Одум, Ю. 1975).

Scopul lucrării de față este de a studia particularitățile activității respirației a diferitor agrocezoze ale cernoziomului carbonatic arat și de pârlăoagă din Republica Moldova prin determinarea valorilor celor mai des folosiți indicatori integrali ai reacției de răspuns microbial ai solului la impactul antropic: biomasa microbială (BM), respirația bazală (RB), respirația indusă de substrat (RIS), coeficientul metabolic microbial (qCO_2).

MATERIALE ȘI METODE

Drept obiect de studiu a servit cernoziomul carbonatic, arat și de pârlăoagă (din 1949), din Stațiunea experimentală a culturilor de câmp a Universității Agrare de Stat din Moldova, raionul Anenii Noi. Conținutul de humus în stratul arabil de sol cu masa volumetrică $1,15 \text{ g/cm}^3$ a fost de 2,4-2,8%, iar cel de fosfor mobil și potasiu schimbabil (conform Macighin) – de 1,0-1,5 și, respectiv, 10–22 mg/100 g, pH- ul slab alcalin (7,2-7,8). Terenul arat a fost folosit pentru cultivarea porumbului (2007) într-un asolament cu 7 sole: 1 – grâu de toamnă, 2 – porumb + soia pentru nutrețuri verzi, 3 – amestecul vica-ovăz, 4 – floarea-soarelui, 5 – grâu de toamnă, 6 – grâu de toamnă, 7 – mazăre. Anul 2007 a fost arid, iar umiditatea solului nu a depășit 18% primăvara, 12% vara și 14% toamna. Investigațiile solului arat s-au desfășurat pe următoarele variante experimentale: 1) de control (fără fertilizare); 2) cu $N_{60}P_{45}K_{45}$; 3) cu $N_{160}P_{120}K_{90}$; 4) cu gunoi de grajd 12 t/ha+ P_{15} ; 5) cu gunoi de grajd 24 t/ha+ P_{30} ; 6) cu gunoi de grajd 12 t/ha+ $N_{60}P_{45}K_{45}$. Pârlăoaga din apropierea parcelelor experimentale (la circa 50 m) a servit ca fundal de referință (Доспехов, Б.А. 1979).

Din toate variantele de teren arat și din solul de pârlăoagă au fost prelevate probe de sol (stratul 0-20 cm), nu mai puțin decât din 5 puncte, primăvara, vara și toamna. Repetițiile au fost bine amestecate, apoi s-a obținut o probă medie, din care au fost înlăturate rădăcinuțele și reziduiurile vegetale vizibile. Proba medie astfel curățată a fost cernută printr-o sită cu diametrul găurilor de 3 mm. Determinarea indicilor respirometrici (RB, RIS, BM și qCO_2) s-a efectuat prin metoda fiziologică (Anderson, J.P.E., Domsch, K.H. 1978) în Laboratorul de Proteină Vegetală al Institutului de Microbiologie și Biotehnologie. Valoarea RIS a fost apreciată luând în calcul viteza respirației maxime inițiale a microorganismelor (formarea de CO_2) după îmbogățirea substratului cu amestec glucozo-mineral (AGM) (Ананьева, Н.Д. 2003; Сусьян, Е.А. et al. 2009; Благодатский, С.А. et al. 2008). În vase de sticlă (flaconașe) cu volumul de 55 ml s-au prelevat 10 g de sol proaspăt, umezit la 60% CCU (capacitate completă de umezire), la care s-a adăugat 1 ml soluție AGM (glucoză – 100, K_2HPO_4 –10, $(NH_4)_2SO_4$ – 10 mg / ml) în mărime de 10 mg AGM / g de sol. Flaconașele au fost închise ermetic și plasate la incubare (22°C), cu fixarea timpului. După 4 ore a fost prelevată proba de aer din fiecare vas și introdusă în cromatograful de gaze Chrom - 5 (Cehia). Viteza RIS a fost exprimată în $\mu\text{g C-CO}_2/\text{g sol/h}$. Valoarea BM ($\mu\text{g C - CO}_2/\text{g sol/h}$) a fost calculată după proba de sol uscat și a fost determinată după formula:

$$BM (\mu\text{g C-CO}_2/\text{g sol/h}) = RIS (\mu\text{l C-CO}_2/\text{g sol/h}) \times 40,04 + 0,37.$$

Valoarea indicelui RB din sol ($\mu\text{g C-CO}_2/\text{g sol/h}$) a fost măsurată după metoda descrisă pentru RIS, doar că în locul AGM în sol s-a adăugat apă. Timpul de incubare al compoziției a fost de 24 de ore la 22°C [8-10]. Respirația specifică a biomasei microbiene (qCO_2) a fost calculată ca raportul dintre RB și BM ($\mu\text{g C/CO}_2 \text{ mg Cmic/h}$) (Сусьян, Е.А. et al. 2009; Blagodatsky, S.A. et al. 2000; Hund, K., Schenk, B. 1994). Analiza statistică a rezultatelor a fost realizată în programul Statistica.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analiza sezonieră a caracteristicilor respirometrice de bază ale cernoziomului fertilizat timp îndelungat a relevat că diapazonul vitezelor respirației bazale din comunitățile microbiene studiate a variat de la 0,59 până la $1,46 \mu\text{g C-CO}_2/\text{g sol/h}$, atingând cele mai mari valori în solul neprelucrat al biocenozei naturale din pârlăoagă. În variantele solului arat, viteza RB a fost mai mică decât în varianta solului de pârlăoagă (tab. 1).

Tabel 1. Dinamica sezonieră a indicilor respirației din comunitățile microbiene ale cernoziomului carbonatic (Stațiunea culturilor de câmp a Universității Agrare de Stat din Moldova, anul 2007)

Fondul	Sezonul	RB, $\bar{X} \pm x$		RIS, $\bar{X} \pm x$		qCO ₂	Diferența dintre qCO ₂ din arătură și qCO ₂ din pârloagă (μg C-CO ₂ /mg C _{mic} /oră)
		μg C-CO ₂ /g sol/oră	% față de pârloagă	μg C-CO ₂ /g sol/oră	% față de pârloagă	μg C-CO ₂ /mg C _{mic} /oră	
Martor	primăvara	0,84±0,019		12,40±0,41			
	vara	0,59±0,016		7,74±0,22			
	toamna	0,70±0,026		10,61±0,43			
	media	0,71±0,020	61	10,25±0,35	40	3,07	1,08
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	primăvara	0,86±0,020		12,89±0,44			
	vara	0,60±0,017		8,11±0,24			
	toamna	0,70±0,026		11,06±0,44			
	media	0,72±0,021	62	10,69±0,37	41	2,99	1,00
N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₉₀	primăvara	0,98±0,030		15,40±0,48			
	vara	0,68±0,018		11,23±0,29			
	toamna	0,74±0,028		12,35±0,49			
	media	0,80±0,025	69	12,99±0,42	50	2,73	0,74
Gunoi de grajd 12 t/ha + P ₁₅	primăvara	1,06±0,033		19,48±0,63			
	vara	0,80±0,019		14,55±0,35			
	toamna	0,96±0,036		17,42±0,70			
	media	0,94±0,029	81	17,15±0,56	66	2,44	0,45
Gunoi de grajd 24 t/ha + P ₃₀	primăvara	1,08±0,034		20,26±0,66			
	vara	0,82±0,020		16,44±0,42			
	toamna	0,98±0,038		17,62±0,72			
	media	0,96±0,031	83	18,11±0,60	70	2,28	0,29
Gunoi de grajd 12 t/ha + N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	primăvara	1,16±0,037		22,44±0,76			
	vara	0,89±0,023		18,00±0,49			
	toamna	1,01±0,039		20,12±0,83			
	media	1,02±0,033	88	20,19±0,69	78	2,25	0,26
Pârloagă 60 ani	primăvara	1,46±0,051		28,44±0,97			
	vara	0,94±0,025		23,66±0,66			
	toamna	1,08±0,043		25,73±1,07			
	media	1,16±0,040	100	25,94±0,90	100	1,99	

Valorile maxime au fost înregistrate în solul fondurilor organice (0,94-1,02 μg C-CO₂ g de sol/), iar cele minime – în variantele nefertilizate (0,59-0,84 μg C-CO₂ g sol/h). În același timp, o poziție intermediară au ocupat variantele minerale, plasându-se între opțiunile nefertilizate și organice (0,72–0,80 μg C-CO₂/g sol/h). Cele mai înalte valori din baza de date s-au înregistrat primăvara – 0,84-1,16 μg C-CO₂/g sol/h în solul terenului arat, cu opțiuni de 1,16-1,46 μg C-CO₂/g sol/h în solul nearat, de pârloagă. Valorile acestui indicator pentru vară au fost cu 34-39% mai mici în opțiunile experimentale și cu 16% în varianta naturală. Toamna, cantitatea de CO₂ produsă de RB a fost mai mare decât în perioada de vară, dar nu a atins valorile de primăvară. Între opțiuni au fost notate diferențe semnificative pe tot parcursul experienței.

Rata de respirație indusă de substrat (RIS) s-a schimbat asemănător cu cea fundamentală (RB), deși valorile absolute se deosebesc în mărime de 1-2 ordine. Între indicatorii RB și RIS s-a instalat o puternică relație de dependență ($r=0,98$). Cel mai convingător s-a manifestat relația lor în analiza cantităților relative (în comparație cu solul de pârloagă). Tabelul prezintă caracteristicile dimensionale ale respirației microorganismelor cu funcționare activă din soluțiile cu diferită încărcătură antropică, în comparație cu solul natural de pârloagă. Compararea gamei de contribuții individuale ale RB și RIS din variantele studiate ale comunităților microbiene studiate a permis alcătuirea tabloului privind scara diferențelor dintre volumele de

respirație ale microorganismelor care trăiesc în condiții contrastante ale mediului solului și privind motivele acestor diferențe. În general (după valorile absolute), contribuția individuală a volumelor relative reale de CO_2 produse de comunitățile microbiene din solul arat a fost mai mică decât în solul de pârloagă (RB – cu 12–39% și RIS – cu 22–60%), deși a crescut de la variantele nefertilizate la cele minerale, apoi la cele organice. În același timp, valorile relative ale respirației bazale depășesc valorile relative ale RIS în medie cu 10–21% (fig. 1). Astfel, analiza comparativă a indicilor activității respirației a BM din solurile arate și a indicilor solurilor din biocenozile naturale a relevat că prelucrarea agricolă a solului conduce la creșterea proporției respirației bazale, dar nu la reducerea ei. În plus, este evidentă scăderea activității respirației induse de substrat (RIS), precum și apropierea valorilor respirației din fondurile organice cu valorile înregistrate în varianta biocenozei naturale.

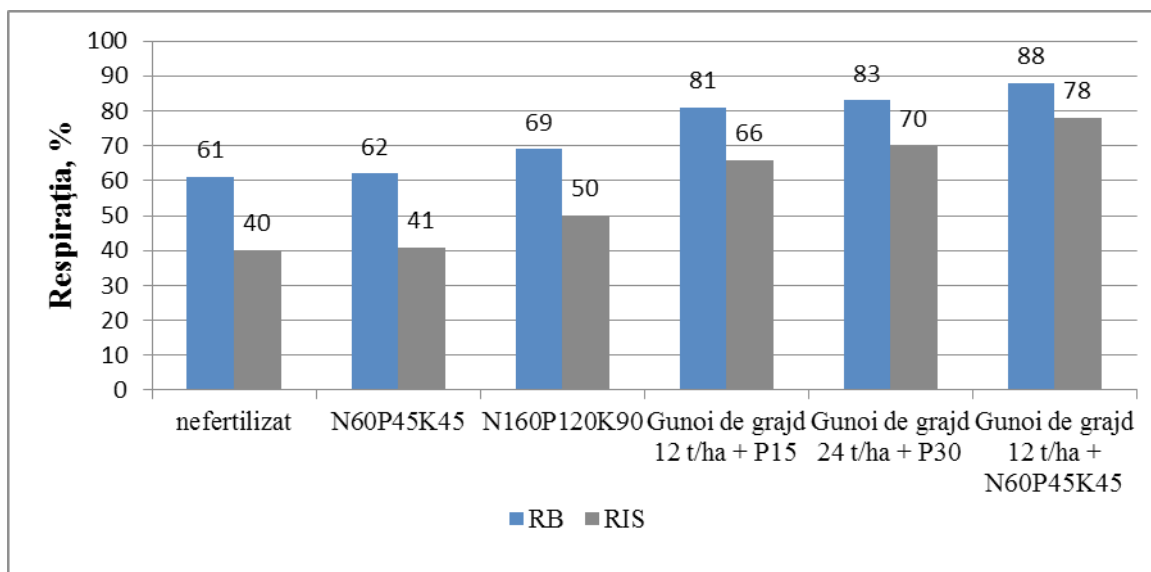


Figura 1. Sporirea valorilor relative ale RB din cernoziomul carbonatic în comparație cu ale RIS pe parcursul perioadei de vegetație a anului 2007 (% față de pârloagă). Stațiunea culturilor de câmp a Universității Agrare de Stat din Moldova

În consecință, ponderea respirației fundamentale din solurile arate a crescut, provocând scăderea cotei-părți a activității respirației potențiale a BM, iar cota respirației care menține viața microorganismelor (RB) din solurile arate a provocat o scădere a cantității de CO_2 formată ca urmare a degradării substanțelor organice, în comparație cu solul de pârloagă. Proporția RB:BM, crescând în rândul pârloagă <fond organic <fond mineral <fond nefertilizat, a alcătuit, în medie, 2,25–3,07 în solul arat și 1,99 $\mu\text{g C} - \text{CO}_2/\text{g sol/h}$: $\text{mg C}_{\text{mic}}/\text{g sol/h}$ în solul biocenozei naturale. Acest lucru a indicat că activitatea respirației a comunităților microbiene din agroecenozele studiate a depășit limitele variabilității naturale. Se consideră, că respirația specifică poate fi considerată ca o reflectare a stării de stabilitate a comunităților microbiene (Благодатский, С.А. et al. 2008; Демкина, Т.С., Ананьева, Н.Д. 1998; Ананьева, Н.Д. 2003; Сусьян, Е.А. et al. 2009; Blagodatsky, S.A. et al. 2000; Богомолова, И.Н. 2005). Însă între raporturile $q\text{CO}_2$ ale variantelor arate și $q\text{CO}_2$ ale solului biocenozei naturale s-a constatat un decalaj a cărui amplitudine de modificări caracterizează starea comunităților microbiene, care se confruntă cu o influență pe termen lung a factorilor antropici ca fiind stresantă. Acest decalaj poate servi și drept indicator al gradului de stabilitate afectată a comunităților microbiene (Одум, Ю. 1975). În figura 2 este prezentată ponderea individuală a $q\text{CO}_2$ din solurile arate în comparație cu $q\text{CO}_2$ din solul pârloagă, cu decalajul format între RB:BM.

Cea mai mare amplitudine de modificări ale valorilor $q\text{CO}_2$ a fost observată în varianta nefertilizată ($1,08 \mu\text{g C} - \text{CO}_2/\text{g sol/h}$: $\text{mg C}_{\text{mic}}/\text{g sol/h}$) și în variantele minerale ($0,74$ – $1,00 \mu\text{g C} - \text{CO}_2/\text{g sol/h}$: $\text{mg C}_{\text{mic}}/\text{g sol/h}$). În fondurile organice, aceasta a alcătuit $0,26$ – $0,45 \mu\text{g C} - \text{CO}_2/\text{g sol/h}$: $\text{mg C}_{\text{mic}}/\text{g sol/h}$. În general, abaterea a fost de 13–54%.

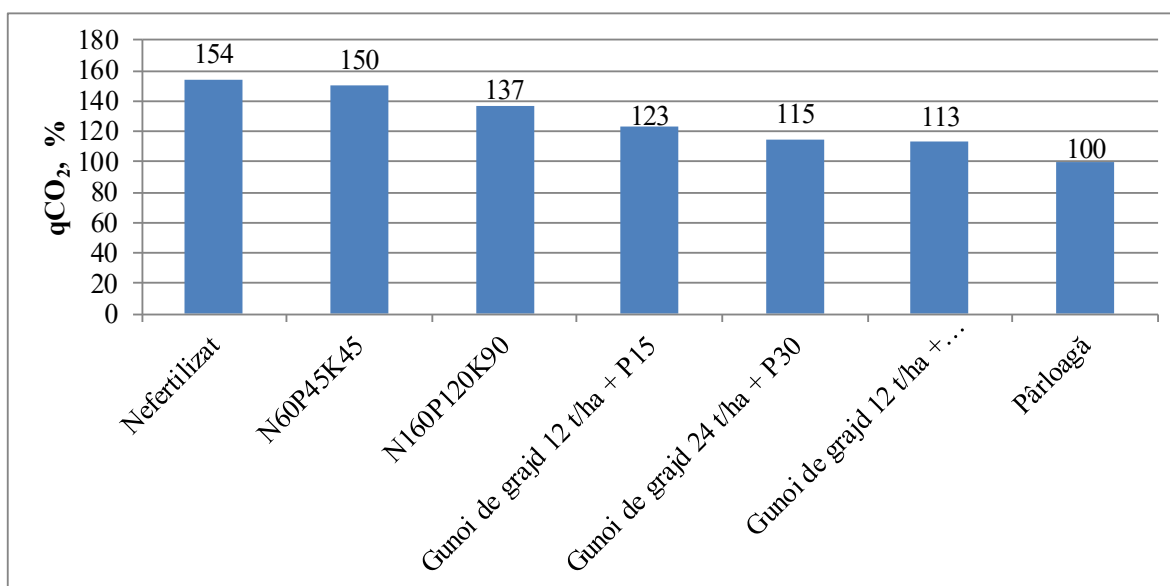


Figura 2. Diferența distinctivă dintre valorile qCO_2 ale variantelor arate și cele ale solului de pârloagă. Stațiunea experimentală a culturilor de câmp a Universității Agrare de Stat din Moldova (biocenoză din solul de pârloagă = 100%)

Așadar, în cernoziomul carbonatic transformat antropic din Republica Moldova, indicii activității respirației a comunităților microbiene din diverse agrocenoze și solul de pârloagă diferă semnificativ în funcție de substratul introdus. Cele mai mari valori ale RB și RIS au fost notate în solul biocenoză naturală și în variantele organice, însă în variantele arate valorile relative ale RB le-au depășit pe cele ale RIS.

Analiza activității respirației cernoziomului carbonatic a relevat că principala diferență dintre solul arat și cel nearat în ceea ce privește contribuția respirației bazale (RB) și a respirației induse de substrat (RIS) în emisiile totale de CO_2 constă nu atât în cantitatea ei, cât în structură. A fost stabilită o tendință de creștere a volumului relativ al respirației bazale (RB) în comparație cu respirația indusă de substrat (RIS) în medie cu 10-21%. Prin urmare, respirația fundamentală (bazală), care susține viața microorganismelor din solurile arate, a devenit mai eficientă, condiționând scăderea cantității de CO_2 formată ca urmare a degradării substanțelor organice, în solul biocenoză naturală ea fiind mai puțin eficientă (Anderson, J.P.E., Domsch, K.H. 1978).

Mărirea emisiilor de CO_2 din solurile arate a crescut în timp, fapt confirmat de studiile efectuate în Republica Moldova și România în anii 1960 și 1980 (Меренюк, Г.В. et al. 1988; Ницэ, Л. 1995). Diferențele constatate se explică, aparent, prin faptul că solurile arate sunt caracterizate printr-o mai mică diversitate metabolică (Фрунзе, Н.И. 2013; Полянская, Л.М. et al. 1997; Senicovscaia, I. 2012; Corcimaru, S. 2014) a comunităților microbiene din sol și printr-o mai mare pondere de microorganisme capabile să crească direct pe glucoza introdusă în sol. Chiar și variantele cultivate ale cernoziomului studiat în timpul sezonului sufereau în mod evident de carență de materie organică disponibilă, în ciuda acumulării unor rezerve importante de humus în sol (Благодатский, С.А. 2008; Senicovscaia, I. 2012; Corcimaru, S. 2014).

La evaluarea stării ecologice a solurilor s-a constatat o sensibilitate înaltă a indicatorilor studiați față de măsurile agrotehnice. Coeficientul metabolic microbial (qCO_2), care reprezintă criteriul de stabilitate a comunităților microbiene și indicatorul eficacității utilizării de către ele a substratului (Благодатский, С.А. 2008; Senicovscaia, I. 2012; Corcimaru, S. 2014), a variat de la 3,07 la 1,99 $\mu g C-CO_2/mg C_{mic}/h$. Studiile autorului au demonstrat o scădere treptată a qCO_2 de la varianta nefertilizată la variantele minerale, apoi la cele organice și naturale. Valorile qCO_2 reflectă, în general, starea de stabilitate a comunităților microbiene din variantele studiate, dar indică apariția unor semne ce caracterizează starea comunităților microbiene ca fiind una stresantă. Prin urmare, funcționarea comunităților microbiene în solul studiat nu poate fi numită stabilă (Anderson, J.P.E., Domsch, K.H. 1978).

De exemplu, în solurile arate, valorile relative ale RB au depășit indicatorii relativi ai RIS cu 10–21%. S-a format un decalaj între respirația bazală și cea indusă de substrat, a cărei amplitudine a modificat caracterul gradului de stres (13–54%) al comunităților microbiene produs de influența pe termen lung a factorilor antropici. În plus, un astfel de decalaj, pe de o parte, ar putea fi cauzat de o scădere a sensibilității comunităților microbiene la stres în timpul adaptării lor la influențele antropice. Pe de altă parte, acest lucru ar putea indica o încălcare a stabilității proceselor microbiologice asociate cu transformarea carbonului (Благодатский, С.А. 2012).

A avut loc o producție stresantă de CO_2 . Aspectul și intensificarea unor astfel de trăsături de-a lungul timpului pot distruge starea stabilă a comunităților microbiene din soluri, ca urmare a faptului că acestea își pot pierde capacitatea de restaurare (Благодатский, С.А. 2012; Одум, Ю. 1975; Anderson, J.P.E., Domsch, K.H. 1978).

CONCLUZII

Activitatea respirației comunităților microbiene din cernoziomul arat a fost evaluată prin respirația bazală (RB), respirația indusă de substrat (RIS), precum și prin respirația specifică (qCO_2) în raport cu solul de pârlăgă al biocenozelor naturale (etalon). S-a stabilit că utilizarea agricolă îndelungată a solurilor a modificat nu numai valorile RB și RIS, ci și raportul acestora. S-a arătat că valorile absolute medii ale respirației bazale și induse de substrat au fost de 0,71–1,16 în solurile arate și, respectiv, 10,3–25,9 $\mu\text{g C} - \text{CO}_2/\text{g sol/h}$ în solul de pârlăgă. În cernoziomul arat, influența individuală a cotei-părți de RB și RIS în emisia totală de CO_2 s-a manifestat nu numai printr-o schimbare cantitativă a activității respirației biomasei microbiene (BM) din sol, ci și prin schimbarea în compoziția calitativă a structurii sale. Există o tendință de creștere a indicatorilor RB în comparație cu RIS în medie cu 10-21%. Indicele RB în solurile arate a devenit mai mic, condiționând diminuarea concentrației de CO_2 , formată în rezultatul degradării substanțelor organice, în comparație cu solul de pârlăgă. Indicii respirației specifice (qCO_2): 1,99-3,07 $\mu\text{g C-CO}_2/\text{mg C}_{\text{mic}}/\text{h}$ au reflectat, în general, starea de echilibru a comunităților microbiene din variantele studiate, dar au indicat că diferențele dintre raporturile RB și BM sunt cauzate de expunerea prelungită a solurilor la factori antropici. Ele au caracterizat drept stresantă starea comunităților microbiene, iar amplitudinea (13–54%) a indicat gradul de stres.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANDERSON, J.P.E., DOMSCH, K.H. (1978). A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. In: Soil Biology and Biochemistry, vol.10 (3), p. 215-221. ISSN 0038-0717.
2. BLAGODATSKY, S.A., HEINEYER, O., RICHTER, J. (2000). Estimating the active and total soil microbial biomass by kinetic respiration analysis. In: Biology and Fertility of Soils, vol. 32(1), pp. 73-81.
3. HUND, K., SCHENK, B. (1994). The microbial respiration quotient as indicator for bioremediation processes. In: Chemosphere, vol. 28, no 3, pp. 477-490.
4. SENICOVSCAIA, I. (2012). Microbial biomass in soils of the Republic of Moldova: estimation and restoration. In: Lucrări științifice. USAMV Iași, seria: Agronomie, vol. 55, pp. 90-98. ISSN 1454-7414.
5. АНАНЬЕВА, Н.Д. (2003). Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. Москва: Наука, 226 с. ISBN 5-02-006451-3.
6. БЛАГОДАТСКИЙ, С.А. (2012). Микробная биомасса и моделирование цикла азота в почве: автореф. дисс. Пушино, 42 с.
7. БЛАГОДАТСКИЙ, С.А., БОГОМОЛОВА, И.Н., БЛАГОДАТСКАЯ, Е.В. (2008). Микробная биомасса и кинетика роста микроорганизмов в черноземах при различном сельскохозяйственном использовании. В: Микробиология, т. 77, № 1, с.113-120. ISSN 0026-3656.
8. БОГОМОЛОВА, И.Н. (2005). Дыхательная активность и ростовые характеристики микробных сообществ в почвах разных биогеоценозов: автореф. дисс. Воронеж, 32 с.
9. ГОРШКОВ, В.Г., КОНДРАТЬЕВ, К.Я., ШЕРМАН, С.Г. (1990). Принцип Ле-Шателье в реакции биоты на антропогенное возмущение углеродного цикла. В: Доклады Академии наук СССР, т. 311 (4), с. 1007–1022. ISSN 0869-5652.
10. ДЕМКИНА, Т.С., АНАНЬЕВА, Н.Д. (1998). Влияние длительного применения удобрений на дыхательную активность и устойчивость микробных сообществ почвы. В: Почвоведение, № 11, с. 1382-1389.

11. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, Г.В. (1999). Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. Москва: ГЕОС, 278 с.
12. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1979). Методика полевого опыта. Москва: Колос, 416 с.
13. ЗАВАРЗИН, Г.А., КУДЕЯРОВ, В.Н., ред. (1993). Дыхание почв. В: Научные труды. ПНЦ РАН. Пущино, 130 с.
14. МЕРЕНЮК, Г.В., ИЩЕНКО, Н.Ф., ИЛЬИНСКАЯ, С.П. и др. (1988). Биогенность почв и пути ее повышения. Кишинев: Штиинца, 142 с.
15. НАУМОВ, Н.С. (2009). Дыхание почвы. Новосибирск: Из-во СО РАН, 208 с.
16. НИЦЭ, ЛАЗЭР. (1995). Микробиологическая активность почвы в условиях адаптивного земледелия: автореф. дисс. Москва, 38 с.
17. ОДУМ, Ю. (1975). Основы экологии. Москва: Мир, 740 с.
18. ПАНИКОВ, Н.С. (1992). Кинетика роста микроорганизмов: общие закономерности и экологические приложения. Москва: Наука, 311 с.
19. ПОЛЯНСКАЯ, Л.М., ЛУКИН, С.М. ЗВЯГИНЦЕВ, Д.Г. (1997). Изменение состава микробной биомассы в почве при окультуривании. В: Почвоведение, № 2, с. 206-212.
20. CORCIMARU, S. (2014). Soil microorganisms as indicators of changes in the quality of arable soils. In: 2nd International Conference on Microbial Biotechnology, October 9-10, 2014 Chisinau, Republic of Moldova, pp. 29- 33.
21. СУСЬЯН, Е.А., АНАНЬЕВА, Н.Д., ГАВРИЛЕНКО, Е.Г., ЧЕРНОВА, О.В., БОБРОВСКИЙ, М.В. (2009). Углерод микробной биомассы в профиле лесных почв южной тайги. В: Почвоведение, № 10, с. 1233-1240.
22. ФРУНЗЕ, Н.И. (2007). Интенсивность выделения диоксида углерода из чернозема карбонатного при внесении удобрений. В: Агрохимия, № 2, с. 43-48.
23. ФРУНЗЕ, Н.И. (2013). Суммарная микробная биомасса и метаболическое состояние микроорганизмов в черноземе типичном Молдовы. В: Почвоведение, № 4, с. 454-458. ISSN 0032-180X.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

FRUNZE Nina

doctor habilitat în științe agricole, cercetător științific principal, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova

E-mail: ninafrunze@mail.ru

Data prezentării articolului: 06.04.2020

Data acceptării articolului: 25.05.2020

DOI: DOI: 10.5281/zenodo.3883992

УДК: 631.15:631.5

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ РАЗНОГО ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

Ярослав ЦИЦЮРА*Винницкий национальный аграрный университет, Украина*

Abstract. The article presents the results of the assessment of 14 varieties of oilseed radish of different ecological and geographical origin. All experimental variants were established using wide-row sowing (30 cm between rows) with a seeding rate of 2.0 million pcs/ha of germinating seeds on the background of $N_{30}P_{30}K_{30}$ fertilizers. In the course of research in the period 2013-2019 we studied the integrated basic and related indicators of varietal plasticity and stability based on a systematic technique. Additionally, the genotypes were evaluated for the indicators of drought tolerance index, genetic flexibility, stress tolerance, agronomic value, breeding value, and others. Based on this comprehensive assessment, the varieties were ranked in types according to their plasticity and stability and in classes according to the technological requirements regarding the possibility of obtaining certain levels of seed yield. The studied varieties are characterized by a rather wide spectrum of plasticity and a rather narrow spectrum of stability. The same is confirmed by the evaluation of the varieties according to ecological variation of yield: all varieties belong to the medium range (from 11,15% for Fakel variety to 17,71% for Iveya variety). Based on the complex rank criterion, the varieties of oilseed radish were identified that correspond to significantly higher adaptability and plasticity genotypes – ‘Sabina’, ‘Prigazhunya’, ‘Nika’, ‘Ivea’ with seed productivity of up to 2.0 t/ha with a high reserve of its growth due to their high genetic flexibility and breeding values.

Key words: Oilseed radish; Varieties; Plasticity; Stability; Crop yield.

Реферат. В статье изложены результаты оценки 14 сортов редьки масличной разного эколого-географического происхождения. Все варианты эксперимента закладывались с шириной междурядий 30 см, с нормой высева в 2,0 млн. шт./га всхожих семян на фоне удобрения $N_{30}P_{30}K_{30}$. В ходе исследований в период 2013-2019 гг. изучались интегрированные основные и сопутствующие показатели сортовой пластичности и стабильности на основании системной методики. Дополнительно проведена оценка генотипов по показателям индекса засухоустойчивости, генетической гибкости, стрессоустойчивости, агрономической ценности генотипа, селекционной ценности и других. В результате этой комплексной оценки было проведено ранжирование сортов на типы по пластичности и стабильности и классы согласно технологическим требованиям относительно возможности получения определенных уровней урожая семян. Изученный сортовой состав характеризуется достаточно широким спектром пластичности и достаточно узким спектром стабильности. Это же подтверждается и оценкой сортов по показателю экологического варьирования урожайности: все сорта входят в среднюю градацию от 11,15% у сорта Факел до 17,71% у сорта Ивея. На основании комплексного рангового критерия выделены сорта масличной редьки, которые соответствуют существенно высшим показателям адаптивности и пластичности генотипов – Сабина, Пригажуня, Ника, Ивея с уровнем семенной продуктивности до 2,0 т/га с высоким запасом ее роста за счет высокой генетической гибкости и селекционной их ценности.

Ключевые слова: Редька масличная; Сорта; Пластичность; Стабильность; Урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Редька масличная в англоязычной литературе более известная как Fodder radish *Raphanus sativum d. Var. Oleifera Pers.*, долгое время считалась редким и новым растением. Однако с середины 70-х годов прошлого столетия ее используют в весенних послеуборочных и пожнивных посевах в системе конвейерного производства зеленых кормов. Очень быстро эта культура завоевала новые площади для разно-целевых потребностей не только на территории бывшего Союза (Украина, Молдова, Белоруссия, Российская Федерация, Прибалтийские республики), но и в Польше, Германии, Голландии, Финляндии. Культура прочно утвердилась как чрезвычайно пластичный и высокоурожайный вид, способный вегетировать с ранней весны до поздней осени как в монокультуре, так и в смесях различного состава. Она формирует за 40-50 дней вегетации от 30 до 70 т/га листостебельной массы сбалансированной по содержанию переваримого протеина и до

2,5 т/га семян, содержащих более 40 % жира. Мы обобщили в своей монографии результаты исследований более двухсот ученых (Цицюра, Я и др. 2015) начиная с 1930 года и до сегодняшнего дня. Это позволило нам сформулировать основные положительные черты, которыми потенциально обладает культура. Здесь можно перечислить такие аспекты как: неприхотливость к условиям выращивания и предшественника в севообороте; высокая производительность и питательность; продуктивное послеукосное и послеуборочное использование; высокая интенсивность функционирования корневой системы; относительная толерантность к изменению сроков сева; быстрые темпы роста; высокая положительная реакция на минеральное удобрение; высокая конкурентоспособность по отношению к сорнякам. Далее отмечается возможность продуктивного многокомпонентного использования в составе кормовых смесей с широким набором сопутствующих культур; возможность многоцелевого использования (зеленая масса, силос, сенаж, сидераты, травяная мука); положительное влияние на фитосанитарный и питательный режим почвы, противонематодный компонент и эффективный компонент органических систем земледелия. Это хороший медонос, а также эффективное средство возрождения плодородия истощенных почв как заменитель органических удобрений при запахивании биомассы, как многовариантный сидерат. Считается перспективным и биотопливное использование этой культуры (Ratanapariyanuch, K. и др. 2013). Наряду с этим, проблемным аспектом эффективной технологии выращивания семян редьки масличной является адаптивность и пластичность ее сортов. Доминирующий уровень урожайности семян этой культуры в разных почвенно-климатических условиях составляет уровень 1,0-1,3 т/га при сортовом потенциале 2,5-3,0 т/га (Цицюра, Я и др. 2015). Причиной этого есть две взаимообусловленные причины. Первая связана с узким спектром селекционных центров редьки масличной. Вторая – с отсутствием эффективной оценки сортов, которые внедряются в селекционную практику. Эти причины характерны и для Украины. В связи с этим оценка пластичности и стабильности ее сортов с целью расширения генетического разнообразия культуры и обеспечения стабильности ее продуктивности является важной научной задачей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на опытном поле Винницкого национального аграрного университета, на темно-серых лесных почвах. Агрохимический потенциал поля по основным агрохимическим показателям соответствует общим особенностям данного типа почв: содержание гумуса 2,02-3,2 %, легко гидролизованного азота 67-92, подвижного фосфора 149-220, обменного калия 92-126 мг/кг при рН_{KCl} 5,5-6,0.

В изучении использовались сорта редьки масличной разного эколого-географического происхождения, полученные в рамках сотрудничества с Национальным центром генетических ресурсов растений Украины. В целом сорта, которые изучались, представлены в таблице 1.

Закладка и методическое сопровождение исследований проведено в соответствии с методикой опытного дела с крестоцветными культурами (Сайко, В. и др. 2011) при учетной площади деланки 25 м² в 4-х кратном повторении. Учет урожайности семян проводили в фазу бурого стручка (ВВСН 85-89) согласно с методологическими подходами в соответствии с международным протоколом детерминации редьки масличной, а сортовую однородность и стабильность – в соответствии с протоколом Ведомства ЕС по сортам растений (CPVO, 2017).

Технологически все варианты эксперимента закладывались с нормой посева в 2,0 млн. шт./га всхожих семян с междурядьями в 30 см на фоне удобрения N30P30K30 при припосевном внесении комплексных их форм.

Параметры экологической пластичности сортов рассчитывали по методике S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966) и G. C. Tai (1977), В. С. Пакудина и Л. Н. Лопатина (1984).

Определение гомео-статичности первого и второго типов (H_{om1} , H_{om2}), коэффициента агрономической стабильности (A_s) и показателя селекционной ценности (S_c) рассчитывали по методике В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко (1981). Оценку вариабельности показателей (V) и эффекта генотипа проводили по методике Ю. В. Гудзь (1997). Индекс (коэффициент) засухоустойчивости (Кз) определяли по методике Л. К. Мамонова (1986), показатель устойчивости к стрессу (Су) и генетическую гибкость (Гг) – по В.З. Пакудину (1976).

Таблица 1. Сорта редьки масличной включенные в оценку пластичности и стабильности

Название сорта	Оригинатор
Ника	РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»
Прыгажуня	РУП «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси»
Сабина	РУП «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси»
Ивея	РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
Снежана	ГНУ ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса (Российская Федерация)
Тамбовчанка	ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса» (Российская Федерация)
Альфа	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса» (Российская Федерация) (изучался в дореестрационном порядке)
Ольга	ФГБОУ «Иркутский ГАУ им А.А. Ежевского» (Российская Федерация) (изучался в дореестрационном порядке)
Линия ИРГСХИ	ФГБОУ «Иркутский ГАУ им А.А. Ежевского» (Российская Федерация) (изучался в дореестрационном порядке)
Журавка	Ивано-Франковский институт агропромышленного производства НААН Украины (районирован в Украине с 2000 года)
Радуга	Отдел новых культур Центрального ботанического сада им. Н. Н. Гришко НАН Украины (районирован в Украине с 1984 года)
Лыбидь	Отдел новых культур Центрального ботанического сада им. Н. Н. Гришко НАН Украины (районирован в Украине с 1995 года)
Факел	Институт масличных культур НААН Украины (районирован в Украине с 2008 года)
Рамонта	KWS SAAT (Германия)

Реализация генетического потенциала сорта определялась как коэффициент продуктивности (K_p) – процент соотношения средней урожайности сорта за период исследований к максимальной потенциальной урожайности, показанной сортом при его испытании в условиях страны-оригинатора в соответствии с отдельными рекомендациями (Жученко, А. 2001).

Комплексный ранг сортов определяли по показателям оценки стабильности и пластичности (КР) в соответствии с правилами комбинаторики ранговых оценок (Снедекор, 1961).

Оценку сортов по показателю экологического варьирования проводили в соответствии с коэффициентом вариации (V , %). Экологический коэффициент вариации характеризует степень изменчивости средней арифметической (до 10% – низкая, 11-20% – средняя и > 21% – высокая).

Периодизация фенологического развития сортов редьки масличной соответствует шкале ВВСН периодизации крестоцветных культур (Киенко, З и др. 2016).

Статистическая обработка результатов учетов проводилась с применением подходов экспериментальной статистики (Снедекор, 1961) в формате 4-х факторного дисперсионного анализа Multivariate Analysis of Variance (MANOVA), а также пакета статистических прикладных программ Statistica 1, Exel 2013.

Гидротермический режим периода исследований отличался (рис. 1). По значению гидротермического коэффициента (ГТК), в выражении увлажнения, наиболее оптимальным для обеспечения ростовых процессов растений редьки масличной был 2013 год – ГТК за период вегетации составил 1,527. Наиболее засушливыми были условия вегетации 2015 года по ГТК за период вегетации 0,430 со снижением показателя на период августа до 0,061.

Следует заметить, что распределение осадков в рамках представленных ГТК был также неравномерным как с позиции обеспечения ростовых процессов, так и с позиции темпов роста в 2013, 2014 и 2016 годы. Для условий 2018 отмечено сочетание дефицита как атмосферного, так и почвенного увлажнения весь период апреля-мая с изменением ситуации в третьей декаде июня за счет интенсивного атмосферного увлажнения, что отразилось в усредненном результате ГТК на уровне 3,124.

Условия вегетации сортов 2019 года отличались чрезмерным увлажнением весь период конца

апреля - третьей декады мая ГТК за период активной вегетации 1,806 – был наибольшим из-за воздуха, что в конечном варианте способствовало интенсивным ростовым процессам, которые опережали репродуктивное развитие растений. Это негативно отразилось на репродуктивной архитектонике сортов редьки масличной и урожайности семян.

С учетом характера требований растений редьки масличной к гидротермическим показателям вегетации годы оценки сортов можно разместить в такой последовательности по прогнозируемому влиянию на формирование показателей семенной продуктивности: 2014-2013-2016-2019-2017-2015-2018.

Рабочая гипотеза исследований опыта заключается в определении экологической стабильности и пластичности сортов редьки масличной на основании существенности, изменчивости гидротермических условий вегетации сортов за период изучения с использованием широкого спектра системных показателей взаимодействия генотип-среда. На основании этого определить перспективные для ареала определенных гидротермических ресурсов территории сорта редьки масличной наиболее перспективные в сравнении с ранее районированными сортами.

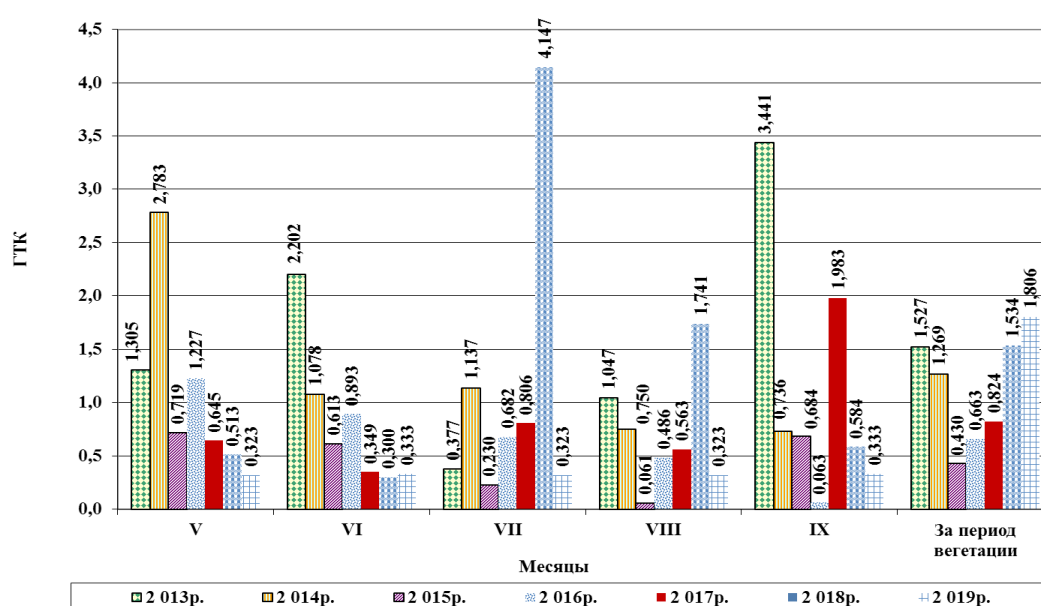


Рисунок 1. Гидротермические условия периода активной вегетации сортов редьки масличной, 2013-2019 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Указанные особенности погодных условий в годы исследований соответствуют модельным требованиям системы оценки пластичности и стабильности сортов в соответствии с базовыми требованиями (Eberhart, S. и др. 1966; Tai, G. 1977): существенность критерия Фишера (F) для взаимодействия факторов генотипа сортов и гидротермических условий года наблюдений в значении показателя урожайности.

Сама семенная продуктивность сортов редьки масличной определялась соотношением суммы осадков и среднесуточной температуры в соответствии со степенной квадратичной моделью (рис. 2).

При этом реакционная поверхность графика имеет сложный характер – урожайность семян сортов редьки масличной имеет выраженную тенденцию к возрастанию при улучшении влагообеспеченности периода активного роста при сопутствующей тенденции к возрастанию среднесуточной температуры. Зависимость от среднесуточной температуры максимально положительно влияет на выход семян с единицы площади до интервала 16-17 °C. Последующее возрастание не оказывает положительного эффекта роста, а наоборот способствует снижению показателя. Рост количества осадков, особенно в период стеблевания-начала цветения сортов редьки масличной (ВВСН 35-50) наиболее ощутимо способствует росту урожайности семян, начиная с интервала 180-240 мм. Таким образом, оптимум для формирования семенной продуктивности сортов редь-

ки масличной определяется именно этими параметрами гидротермического режима. Кроме того, установленная достоверная зависимость уровня урожайности сортов от условий года дает нам возможность обосновать параметры экологической реакции сортов редьки масличной.

$$\text{Средняя урожайность семян сортов редьки масличной} = -30,3125 + 0,0104 * x + 3,6619 * y + 3,4726E-5 * x * x - 0,0009 * x * y - 0,1046 * y * y$$

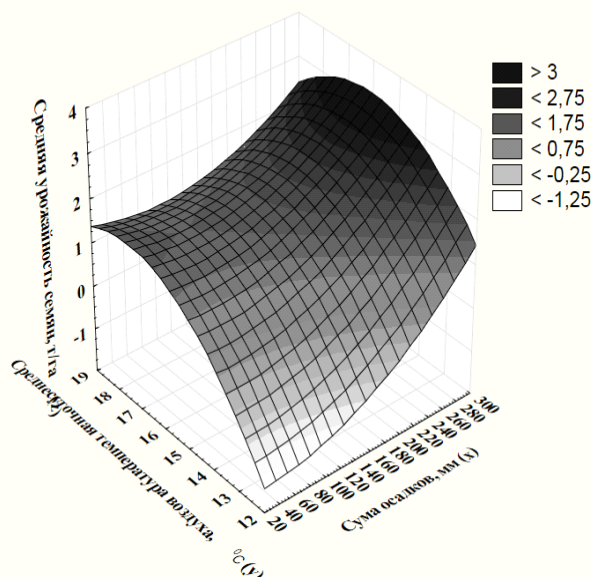


Рисунок 2. Графическая зависимость урожайности семян сортов редьки масличной от среднесуточной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и суммы осадков (мм) (для системы усреднения 7 лет $\times$ 14 сортов, при скорректированном $R^2=0,901$ и $p<0.01$).

В результате расчета основных показателей модели экологической пластичности и стабильности (табл. 2) установлены существенные различия между сортами редьки масличной, как по критерию Фишера, так и по критерию НСР.

Оценка сортов редьки масличной в выражении коэффициента продуктивности подтвердила ассортимент тех сортов, которые наиболее адаптированы к ареалу зоны исследований и являются районированными для Лесостепи Правобережной – Радуга, Журавка, Лыбидь, Факел. На фоне этих сортов следует отметить и такие сорта как Снежана, Ольга, Рамонта потенциал которых ниже районированных, но выше остальных в группе сравнения. По показателю стрессоустойчивости (Су) следует отметить сорта с узким интервалом реакции на изменение условий года – сорта Альфа, Факел, Линия ИРГСХИ. Наиболее широкий интервал установлен для сортов Ивея, Журавка, Рамонта, Ника. При этих условиях показатель генетической гибкости максимальный за период оценки у сорта Сабина. Ивея, Ника – на 13,6-18,3 % выше, чем в среднем по группе сравнения. В системе этих двух показателей наиболее ценные генотипы с широкой нормой реакции в соответствии с показателями селекционной генетики (Жученко, А. 2001) сорта Сабина, Ника, Ивея, Журавка, Пригажуня. При этом не следует забывать, что высокие значения показателя генетической гибкости (Гг) указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды, что повышает эффективность детерминации генотипической продуктивности сортов в массиве испытываемых генотипов.

Показателем засухоустойчивости при экспресс-определении коэффициента засухоустойчивости являются сорта Факел, Альфа, Лыбидь. Сорт Факел закономерно занимает первую позицию, поскольку выведен в условиях сухого климата степной зоны Украины. Сорт Альфа за счет короткого вегетационного периода среди группы изучаемых сортов наименее восприимчив к засушливым условиям в период активного роста за счет диссонанса между многолетним периодом засушливых условий и критического периода реакции растений редьки масличной на засушливые условия.

Таблица 2. Параметры стабильности, пластичности, устойчивости и потенциала урожайности сортов редьки масличной, (среднее за 2013-2019 гг.)

Сорт	У _{ср} , т/га	К _{ср} , %	V, %	C _у	Г _г	К _с	A _с	H _{ом1}	H _{ом2}	S _с
Ольга	1,44	94,7	13,18	-0,60	1,42	65,12	86,82	3,1	7,4	9,4
Альфа	1,32	84,8	11,44	-0,45	1,30	70,39	88,56	3,6	10,6	9,3
Рамонта	1,55	87,7	13,27	-0,66	1,57	65,26	86,73	3,1	7,3	10,1
Ивея	1,86	86,6	17,71	-0,99	1,85	57,69	82,29	2,3	4,3	10,7
Пригажуня	1,72	75,2	13,31	-0,61	1,66	68,88	86,69	3,1	8,7	11,9
Радуга	1,58	96,1	13,27	-0,66	1,57	65,26	86,73	3,1	7,4	10,3
Журавка	1,74	95,8	12,65	-0,67	1,69	66,83	87,35	3,2	8,4	11,6
Лыбидь	1,42	92,9	13,43	-0,53	1,44	70,00	86,57	3,0	8,2	9,8
Факел	1,43	92,3	11,15	-0,43	1,47	75,60	88,85	3,7	12,2	10,6
Снежана	1,34	91,6	14,72	-0,52	1,31	66,88	85,28	3,1	7,9	8,9
Ника	1,74	78,5	13,54	-0,66	1,72	69,15	86,46	3,0	8,0	11,8
Линия ИРГСХИ	1,28	86,1	12,36	-0,50	1,27	67,11	87,64	3,3	8,5	8,6
Тамбовчанка	1,53	67,6	12,68	-0,59	1,42	65,50	87,32	3,3	8,5	10,0
Сабина	1,96	75,5	15,56	-0,83	1,98	65,27	84,44	2,6	6,2	12,8
Параметры (критерий Фишера)	Fф	Fг	HCP ₀₅ (урожайность, т/га): Для фактора условия года – 0,024 Для фактора сорта – 0,036 Для взаимодействия сорта x условия года – 0,044							
Сорт	266,11	1,82								
Условия года	107,50	2,46								
Взаимодействие сорта от условий года	6,85	1,48								
Сорт	Коэффициенты связи урожая с индексами условий года		Вариации стабильности признака, S _i ²	Компоненты				KP		
	r _i	b _i		S'	S''	a _i	λ _i			
Ольга	0,972**	0,93	0,236	-0,28273	0,21726	-0,0110	0,0600	11		
Альфа	0,931**	0,71	0,368	-1,15267	0,64284	-0,0447	0,1657	12		
Рамонта	0,974**	1,01	0,264	0,03686	0,22045	0,0014	0,0618	8		
Ивея	0,958**	1,59	1,075	2,33257	2,27236	0,0906	0,5778	5		
Пригажуня	0,959**	1,11	0,501	0,41909	0,46171	0,0163	0,1275	2		
Радуга	0,963**	1,01	0,377	0,05336	0,31460	0,0021	0,0882	7		
Журавка	0,972**	1,08	0,324	0,30674	0,29403	0,0119	0,0814	4		
Лыбидь	0,940**	0,90	0,512	-0,38568	0,46457	-0,0150	0,1286	10		
Факел	0,919**	0,74	0,476	-1,03880	0,66940	-0,0403	0,1759	6		
Снежана	0,790*	0,78	1,744	-0,85983	1,64049	-0,0334	0,4518	13		
Ника	0,932**	1,11	0,877	0,42245	0,77593	0,0164	0,2156	3		
Линия ИРГСХИ	0,941**	0,75	0,348	-0,98564	0,53545	-0,0383	0,1395	14		
Тамбовчанка	0,897**	0,87	0,881	-0,49455	0,79566	-0,0192	0,2204	9		
Сабина	0,923**	1,41	1,651	1,62883	2,04698	0,0632	0,5450	1		

** – достоверно на 1 % уровне значимости; * – достоверно на 5 % уровне значимости.

По определению (Генкель, Г. 1975) для крестоцветных культур высокая засухоустойчивость имеет более высокую вероятность в формировании более низких уровней урожайности в сравнении с сортами с низкой засухоустойчивостью. Это подтверждается и в наших исследованиях для примера у сортов Ивея, Сабина, Ника. По своей сути, коэффициент засухоустойчивости (K_з) сорта характеризует так называемую «мгновенную» фенотипическую реакцию сорта на резкое изменение гидротермического режима.

Коэффициент стабильности с агрономической точки зрения (As) характеризует хозяйственную ценность сорта: наиболее ценными для производства являются сорта, у которых коэффициент стабильности превышает 70% (Корзун, О. и др. 2011). Вся генеральная совокупность сортов по этому критерию тяготеет к стабильным, что подтверждается аналогичной последовательностью распределения сортов по гомео-статичности первого (H_{ом1}) и второго (H_{ом2}) типов и подтверждается сделанными ранее выводами относительно засухоустойчивости и генетической гибкости сортов. Следует заметить, что при использовании усредненного параметра показателя мы получаем значение гомеостаза сорта первого типа, а при использовании соотношения между оптимальным и лимитированным его средним значением – гомео-статичность сорта второго типа (Хангильдина,

В. 1981) и как производную этих расчетов – селекционную ценность сорта (S_s). Именно поэтому распределение изученных сортов по агрономической ценности и двум типам гомео-статичности имеет аналогичный характер, а распределение по селекционной ценности генотипа имело другой характер. Селекционная ценность сорта является интегральным показателем адаптивных свойств сортов и нормы их реакции на изменяющиеся условия года (Зыкин, В. И др. 2011). В сравнении с показателем селекционной ценности сорта Журавка 11,6, что существенно выше этого показателя у других районированных сортов (Лыбидь, Радуга, Факел) – следует выделить сорта Сабина, Ника, Пригажуня, Ивея, как наиболее ценные генотипы для условий Правобережной Лесостепи. Следует заметить, что с позиции селекционно-адаптивной практики отбора сортов важным звеном есть их оценка на селекционную стабильность и пластичность. Важность такого анализа определяется как ранее отмеченными условиями оптимальности параметров, гидротермического режима обеспечения ростовых процессов сортов редьки масличной, так и результатами сопоставления корреляционной зависимости между урожайностью сортов и индексом условий года, который находится в интервале существенной тесной связи 0,790-0,972. Все сорта чувствительны к изменениям гидротермического режима вегетации, поскольку именно эти различия являются определяющими в формировании индексной разницы физиологических ростовых процессов сорта, учитывая однотипность их технологии в процессе изучения. Это же подтверждается сопряженной системой показателей – регрессионным коэффициентом b_i и вариацией стабильности признака S_i^2 . Известно (Eberhart, S. и др. 1966; Tai, G. 1977), что за результатами расчетов параметров пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) для сортов выделяют следующие группирующие ранги: 1) показатели $b_i < 1$, $S_i^2 > 0$ – имеют лучшие результаты в неблагоприятных условиях, нестабильный тип; 2) показатели $b_i < 1$, $S_i^2 = 0$ – имеют лучшие результаты в неблагоприятных условиях, стабильный тип; 3) показатели $b_i = 1$, $S_i^2 = 0$ – хорошо отзываются на улучшение условий, стабильный тип; 4) показатели $b_i = 1$, $S_i^2 > 0$ – хорошо отзываются на улучшение условий, нестабильный тип; 5) показатели $b_i > 1$, $S_i^2 = 0$ – имеют лучшие результаты в благоприятных условиях, стабильный тип; 6) показатели $b_i > 1$, $S_i^2 > 0$ – имеют лучшие результаты в благоприятных условиях. Не следует забывать, что при этом генотипы с коэффициентом $b_i > 1$ относят к высокопластичным (относительно средней группы), а при $1 > b_i > 0$ – к относительно низкопластичным (Пакудина, В и др. 1984). По результатам группирования сортов редьки масличной в соответствии с этими градациями сорта (табл. 2) распределились следующим образом: к первому рангу – сорта Ольга, Альфа, Лыбидь, Факел, Снежана, Линия ИРГСХИ, Тамбовчанка. Соответственно к шестому рангу – сорта Рамонта, Ивея, Пригажуня, Радуга, Журавка, Ника, Сабина.

Таким образом, изученный сортовой состав характеризуется достаточно широким спектром пластичности и достаточно узким спектром стабильности. Это же подтверждается и оценкой сортов по показателю экологического варьирования ($V, \%$) урожайности: все сорта входят в среднюю градацию от 11,15 % у сорта Факел до 17,71 % у сорта Ивея.

Первая группа сортов более стабильна в неблагоприятных условиях среды, вторая, наоборот, откликается положительно увеличением их продуктивности в благоприятных условиях среды. Последние сорта более высокоурожайные, но снижение их урожайности при стрессовых факторах окружающей среды более существенно, а учитывая показатель селекционной ценности (S_s) этих сортов, в нашем случае, который остается существенно выше у сортов редьки масличной отнесенных к первому рангу. Это подтверждается общими выводами, сделанными в ряде исследований (Куркова, И. и др. 2008; Зыкин В. И др. 2011; Рыбась, И. и др. 2018). Полный анализ оценки экологической пластичности и стабильности сортов (В. С. Пакудин, В. и др. 1984), в графическом выражении (рис. 3) показал, что сорта первой (I) зоны относятся к генотипам с высоким отзывом на изменение условий выращивания. То есть, такие сорта следует рекомендовать для выращивания в условиях высокой культуры земледелия. Однако, на низком агрофоне их урожайность резко снижается. В отличие от сортов I зоны, сорта, координаты которых размещены во второй (II) зоне, более консервативны по реакции на изменение условий среды. Экологическая пластичность сортов, размещенных координатно в третьей (III) зоне, находится на уровне средней пластичности, характерной для этого набора сортов. В соответствии с этим, к сортам первой зоны относятся сорта Ивея и Сабина. К сортам третьей зоны – сорт Альфа. Позиция сортов Факел и Линия ИРГСХИ отвечает так называемой маргинальной зоне размещения, соответственно на стыке II и I зон, что является определенным выражением

внутреннего резерва пластичности и стабильности генотипа и необходимости для его дальнейшего изучения в селекционной практике. Это же подтверждается комплексным рангом (КР) сортов.

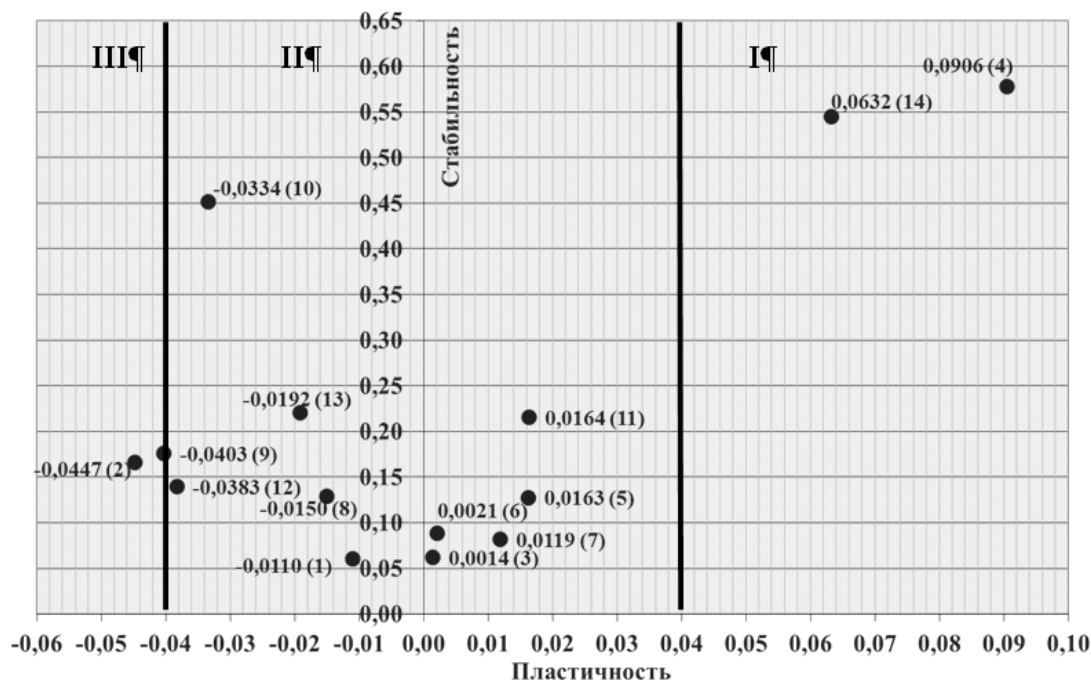


Рисунок 3. Распределение сортов редьки масличной на классы по пластичности (a_y) и стабильности (λ_y) на 5% уровне значимости, 2013-2019 гг. (индексация сортов: 1-Ольга; 2-Альфа; 3-Рамонта; 4-Ивея; 5-Пригажуня; 6-Радуга; 7-Журавка; 8-Лыбидь; 9-Факел; 10-Снежана; 11-Ника; 12-Линия ИРГСХИ; 13-Тамбовчанка; 14-Сабина).

ВЫВОДЫ

На основании комплексного анализа сортов редьки масличной по экологической пластичности и стабильности, интегральным показателям адаптивного потенциала сортов и комплексному рангу их оценки (КР) для продуктивного внедрения в условиях Лесостепи Правобережной Украины, а также в ареалах тождественных ему по гидротермическому режиму, целесообразно использовать и другие сорта редьки масличной в комплексе с наиболее продуктивным районированным сортом Журавкой. Такие сорта как Сабина, Пригажуня, Ника, Ивея обеспечивают урожайность семян на уровне 1,7-2,2 т/га, имеют высокую селекционную ценность на уровне 10,7-12,8 единиц и комплексный ранг в интервале 1-5 и относятся к шестому рангу оценки по реакции на изменения условий года и ко I-II группе сортов по технологической емкости получения урожая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГЕНКЕЛЬ, Г. А. (1975). Физиология растений. Москва: Просвещение. 335 с.
2. ГУДЗЬ, Ю. В., ЛАВРИНЕНКО, Ю.А. (1997). Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон: Борисфен-полиграфсервис. 68 с. ISSN 0582-5075.
3. ЖУЧЕНКО, А. А. (2001). Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Т. 1. Москва. 617 с. ISBN 5-209-01170-4.
4. ЗЫКИН, В.А., БЕЛАН, И.А., ЮСОВ, В.С., КИРАЕВ, Р.С., ЧАНЫШЕВ, И.О. (2011). Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений. Уфа. 97 с. ISBN 978-5-88156-761-3.
5. КИЕНКО, З., ПАВЛЮК, Н. и др. (2016). Методика проведения экспертизы сортов растений картофеля, и групп овощных, бахчевых, пряно-вкусовых на пригодность к распространению в Украине. Винница. 95 с. ISBN 978-966-924-576-2.
6. КОРЗУН, О.С., БРУЙЛО, А.С. (2011). Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. Гродно: ГТАУ. 140 с. ISBN 978-985-6784-96-8.
7. КУРКОВА, И.В., ТЕРЕХИН, М.В. (2008). Оценка экологической пластичности сортов яровой

- мягкой пшеницы, селекции Дальнего Востока. В: Вестник Алтайского государственного аграрного университета, № 7, с. 8-11.
8. МАМОНОВ, Л.К., КИМ, Г.Г. (1986). К вопросу об оценке устойчивости показателей продуктивности при засухе. В: Повышение продуктивности и устойчивости зерновых культур. Алма-Ата. с. 130-134.
 9. ПАКУДИН, В.З., ЛОПАТИНА, Л.М. (1984). Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. В: Сельскохозяйственная биология, № 4, с. 109-112.
 10. ПАКУДИН, В.З. (1976). Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск: Наука. 189 с.
 11. РЫБАСЬ, И. А., МАРЧЕНКО, Д. М., НЕКРАСОВ, Е. И., ИВАНИСОВ, М. М. и др. (2018). Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы. В: Зерновое хозяйство России, № 4(58), с. 51-54.
 12. САЙКО, В.Ф. и др. (2011). Особенности проведения исследований с крестоцветными масличными культурами. Москва: Институт земледелия НААН. 76 с. ISBN 978-5-85536-978-6.
 13. СНЕДЕКОР, Дж. (1961). Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. Москва: Сельхозгиз. 503 с.
 14. ХАНГИЛЬДИН, В. В., ЛИТВИНЕНКО, Н. А. (1981). Гомео-статичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. В: Научн-техн. бюл. ВСГИ. Одесса, Вып. 39, с. 5-14.
 15. ХАНГИЛЬДИН, В. В. (1979). О принципах моделирования сортов интенсивного типа. В: Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. Москва.: Наука, С. 111-116.
 16. ЦИЦЮРА, Я., ЦИЦЮРА, Т. (2015). Редька масличная. Стратегия использования и выращивания: Монография. Винница: Нилан ЛТД. 624 с. ISBN 978-966-924-003-3.
 17. CPVO (2017). Protocol for tests on distinctness, uniformity and stability *Raphanus sativus* L. var *oleiformis* Pers. Fodder radish (CPVO-TP/178/1). Geneva. 2017. 21 p. Available: https://cpvo.europa.eu/sites/default/files/documents/raphanus_oleiformis.pdf.
 18. EBERHART, S. A. RUSSEL, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. In: Crop Science, vol. 6, № 1, pp. 34-40.
 19. RATANAPARIYANUCH, K., CLANCY, J., EMAMI, S., CUTLER, J., REANEY, M.J.T. (2013). Physical, chemical, and lubricant properties of *Brassicaceae* oil. European. In: Journal Lipid Science Technology, vol. 115, pp.1005-1012.
 20. TAI, G.C. (1971). Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. In: Crop Science, vol. 11(2), pp. 184-190.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ЦИЦЮРА Ярослав Григорьевич  <https://orcid.org/0000-0002-9167-833X>

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Кафедра земледелия, агрохимии и почвоведения, Винницкий национальный аграрный университет, Украина

E-mail: yaroslavtsytsyura@ukr.net

Received: 27.03.2020

Accepted: 12.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3884139

УДК: 633.2:631.528.1

СОЗДАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ ЕЖИ СБОРНОЙ (*DACTYLIS GLOMERATA* L.) МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО МУТАГЕНЕЗА

Мария ХОМЯК

Abstract. The article shows the importance of experimental mutagenesis for expanding the genotypic diversity of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) plants, the possibility of using chemical mutagenesis and its combination with hybridization to obtain starting material and create new varieties. The effect of the chemical mutagen ethyleneimine (EI) on plants of Marichka cocksfoot variety was studied. It was established that as a result of stimulation of *Dactylis glomerata* L. with chemical mutagenic EI, the obtained mutant plants provide, in comparison with the control, an increase in the yield of fodder mass by 52-64% and seeds by 31-38%.

Key words: Cocksfoot; Mutagenesis; Chemical mutagen; Ethyleneimine; Crop yield; Fodder value.

Реферат. В статье показано значение экспериментального мутагенеза для расширения генотипического разнообразия растений ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.), возможность использования химического мутагенеза и его сочетания с гибридизацией для получения исходного материала и создания новых сортов. Изучено влияние химического мутагена этиленimina (ЭИ) на растениях сорта ежи сборной Маричка. Было установлено, что в результате стимуляции ежи сборной химическим мутагеном ЭИ получили мутантные номера, которые обеспечивают, в сравнении с контролем, прибавку урожая кормовой массы на 52-64 % и семян – на 31-38 %.

Ключевые слова: Ежа сборная; Мутагенез; Химический мутаген; Этиленимин; Урожайность; Кормовая ценность.

ВВЕДЕНИЕ

В системе кормопроизводства приоритетное место принадлежит селекции многолетних трав, в том числе и ежи сборной. Основная цель селекции – создание более урожайных сортов ежи сборной нового поколения с повышенной кормовой ценностью и высокой устойчивостью к воздействию неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды обитания. Одним из путей расширения генетического разнообразия в сельскохозяйственной практике является метод индуцированного мутагенеза. Мутагенез занимает одно из ведущих мест среди тех приемов, которые с успехом можно использовать для создания новых сортов. Использование метода химического мутагенеза позволяет за короткий срок создавать ценный исходный материал с разнообразными морфологическими и физиологическими признаками, биохимическими показателями, увеличивать частоту и расширять спектр оригинальных мутаций (Васько, В.А., Гудим, О.В., Рожков, О.Г. 2015). Важным вопросом в исследованиях по индуцированному мутагенезу является выбор эффективной дозы мутагена, поскольку частота мутаций и их спектр зависят не только от природы самого мутагена, но и от применяемой дозы, а также от экспозиции.

Искусственное получение мутаций – это создание исходного материала для селекции и только, а дальнейшая работа с этим материалом ведется обычными методами. Ценность исходного материала заключается в том, что мутанты могут представлять собой совершенно новые формы с полезными признаками и свойствами, которых нет в природе. Эти новые формы можно использовать либо сразу, либо путем использования их в скрещивания при выводе новых ценных сортов растений. Химические мутагены «бьют» в самое больное место организма – в его ДНК, вызывают изменения азотистых оснований (пуринов и пиримидинов), меняют суть генетической информации (Рапопорт, И.А. 1978; 1992). Эта замечательная особенность химического мутагенеза дает в руки селекционера прочное оружие для получения нужных изменений признаков у организмов.

Целью исследования явилось изучение влияния химического препарата этиленimina (ЭИ) на основные показатели роста, развития, выживаемости и продуктивности сорта ежи сборной Маричка; выявление оптимальной концентрации мутагенного вещества. Химические мутагены используют как дополнительный метод в селекции растений для расширения генетического разнообразия видов и форм растений и как специфические стимуляторы роста и развития организмов.

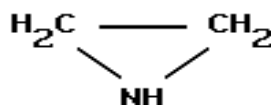
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в лаборатории селекции трав (2015-2018 годы), Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН (с. Лишня, зона Предкарпатья) на осушенных гончарным

дренажем дерново-среднеподзолистых поверхностно оглеенных среднекислых суглинистых образованных на делювиальных отложениях почвах, которые характеризовались следующими показателями плодородия: содержание гумуса в пахотном (0-20 см) слое – 1,22%, pH солевой вытяжки – 4,6, гидролитическая кислотность – 4,23, Нг – 11,8 мг-экв. на 100 г почвы, сумма впитывания оснований подвижных форм азота – 10,8 мг, фосфора – 11,8 мг, обменного калия – 8,2 мг на 100 г почвы.

Агротехника на опытных участках общепринятая для зоны Предкарпатья. Объектом исследования стал сорт ежи сборной Маричка. В качестве мутагена использовали этиленимин (ЭИ) в концентрациях: 0,005%, 0,01%, 0,02%. Контроль – семена того же сорта, пропитанные в воде. Экспозиция обработки 24 ч. Семена были обработаны в лаборатории селекции Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН.

Этиленимин (C_2H_5N) – (азиридин, дигидроазиридин, диметиленамин, азациклопропан, мол. м. 43,01) – бесцветная жидкость с запахом аммиака. Структурная формула этиленимина



Основные наблюдения и учеты проводились по методикам ВИК (Вошинин, П.А. 1961; Вошинин, П.А. и др. 1969; 1978). Анализ, статистическую и математическую обработку полученных результатов проводили по Б.А. Доспехову (1985).

Отбор мутаций чаще всего проводят в M_2 . Но так как в M_1 выявляются не все мутации, его повторяют в M_2 . Иногда отбор начинают и в M_1 . В этом случае отбирают доминантные мутации, а также высокопродуктивные растения для последующего отбора в их потомстве генных мутаций, не связанных с хромосомными перестройками. Первое поколение мутантов выращивают при оптимальных условиях питания и увлажнения. Семена растения M_1 собирают отдельно. Во втором поколении высевают индивидуальные потомства (семьи) отдельных растений, что облегчает выделение мутаций с полезными признаками. Во втором поколении отбираются мутанты с хорошо выраженными ценными признаками и растения для получения малых мутаций в следующем поколении. В дальнейшем мутации подвергаются отбору или используются в скрещиваниях между собой или с сортами.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой по температурному режиму, количеству, характеру и периодичности выпадения осадков, что способствовало более объективной оценке ежи сборной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В настоящее время разработана достаточно надежная теоретическая база, позволяющая с успехом применять химические и другие мутагенные факторы для повышения уровня генетического разнообразия культурных растений. С помощью мутагенов можно разорвать сцеплено наследуемые признаки, преодолеть нескрещиваемость между отдаленными формами и стерильность собственной пыльцы, решить задачи, не поддающиеся разрешению при использовании других методов селекции. В ряде случаев возникают совершенно новые формы и признаки, не встречающиеся в природе, что позволяет расширить естественное разнообразие форм культурных растений.

Как показали исследования предыдущих лет, для ежи сборной, лучшим химическим мутагеном из изучаемых оказался этиленимин (ЭИ), который вызвал большое количество мутаций. Исходя из того, в 2015 году мы провели закладку опыта, где изучали влияние этиленимина на продуктивность ежи сборной. Объектом исследования служил сорт ежи сборной Маричка, который с 2014 года занесен в Государственный реестр сортов растений пригодных для распространения в Украине (авторы М. М. Хомяк, Г. С. Конык, Л. З. Байструк-Глодан, В. Д. Бугаев). Сорт, созданный многократным массовым отбором из дикорастущей популяции Ессентуки, сенокосно-пастбищного использования, урожай зеленой массы 37,0 т / га, сухого вещества 9,1 т / га, семян 0,58 т / га. Содержание белка 7,1%. Рано отрастает весной и хорошо после укусов и стравливания. Период от возобновления весенней вегетации до уборочной спелости составляет 120 дней.

Изучали влияние химического мутагена на полевую всхожесть, выживаемость, высоту растений, вегетационный период, размеры листа и метелки. Мутаген ЭИ в концентрации 0,01% оказал

стимулирующее действие на сорт Маричка, повысив всхожесть семян на 19%, оказал наименьшее угнетающее действие на всхожесть. Химический мутаген оказывал как угнетающее, так и стимулирующее действие на такие показатели как: полевая всхожесть семян, высота растений, длина метелки и элементы продуктивности. Химический мутагенез, применявшийся нами в селекции ежи сборной, позволил создать ряд новых форм с улучшенными хозяйственно-биологическими признаками. Наиболее ценными для селекционных целей новообразованиями у ежи сборной являются: высокорослость, низкорослость, устойчивость к заболеваниям.

В наших исследованиях отборы перспективных мутантных генотипов проводили по количественным показателям на основе тестовых данных. Тестовые данные представляют собой ряд признаков (высота растения, длина метелки, масса растения, масса 1000 семян и др.). Для сорта Маричка были использованы следующие тестовые показатели: высота растения > 115 см, длина метелки > 21 см, масса растения > 139 г, масса 1000 семян > 1,23 г, масса листьев и укороченных побегов с растения > 134 г, общее число побегов на растении > 128 г, масса семян с одной метелки > 234 мг. Всего по этим показателям отобрано 15 растений. На основе фенологических наблюдений отобрано 5 раннеспелых форм растений, 7 – позднеспелых.

Наблюдение и визуальные оценки, проведенные в M_1 и M_2 показали, что этиленмин и его концентрации по-разному влияли на выживание растений ежи сборной, развитие вегетативной массы и генеративных органов, фенотипическую смену, высокую семенную продуктивность. В первом поколении (M_1) проведено учеты кормовой массы и семян. Получены трехлетние данные (Табл.1).

Таблица 1. Урожай ежи сборной в зависимости от концентраций этиленмину, ц/га

Содержание вариантов	Годы учета			Сред- нее	± к конт- ролю	% к конт- ролю
	2016	2017	2018			
Зеленая масса						
Контроль – Маричка	400	480	400	427	-	100
№ 1 (Маричка ЭИ-0,005 %)	720	700	520	647	+ 220	152
№ 2 (Маричка ЭИ-0,01 %)	400	520	400	440	+ 13	103
№ 3 (Маричка ЭИ-0,02 %)	270	600	460	443	+ 16	104
НСР _{0,95}	29	14-17	25			
Сухое вещество						
Контроль – Маричка	120,0	82,8	32,0	78,3	-	100
№ 1 (Маричка ЭИ-0,005 %)	180,0	163,8	41,6	128,5	+ 50,2	164
№ 2 (Маричка ЭИ-0,01 %)	132,0	98,0	36,0	88,7	+ 10,4	113
№ 3 (Маричка ЭИ-0,02 %)	81,0	119,4	41,4	80,6	+ 2,3	103
НСР _{0,95}	3,9	4,5-1,8	1,7			
Семян						
Контроль – Маричка	10,00	4,00	2,00	5,33	-	100
№ 1 (Маричка ЭИ-0,005 %)	12,00	6,00	4,00	7,33	+ 2,00	138
№ 2 (Маричка ЭИ-0,01 %)	12,00	2,00	5,00	6,33	+ 1,00	119
№ 3 (Маричка ЭИ-0,02 %)	14,00	2,00	5,00	7,00	+ 1,67	131
НСР _{0,95}	0,51	0,32	0,47			

За урожаем кормовой массы в первый год пользования травостоем (2016 г.) контроль существенно превысил № 1 (Маричка ЭИ-0,005%). Прирост урожая зеленой массы и сухого вещества в которого составил соответственно 320 ц/га и 60,0 ц/га при $HCP_{0,95}$ - 29 ц/га и 3,9 ц/га. Во второй (в сумме за два укоса) - третий годы пользования (2017 -2018 гг.) Все три номера существенно превысили контроль урожая зеленой массы и сухого вещества. За урожаем семян в 2016 году контроль превысили три номера соответственно на 2,00-4,00 ц/га, а в 2017 году - № 1 (Маричка ЭИ-0,005%) превысил контроль на 2,00 ц/га. Хорошие показатели урожая семян обеспечили номера в 2018 году существенно превысив контроль на 2,00 и 3,00 ц/га при $HCP_{0,95}$ - 0,47 ц/га.

В целом следует отметить, что в среднем за три года учета все три номера превысили контроль. Лучшим по кормовой и семенной продуктивности выделился № 1 (Маричка ЭИ-0,005%) превысив контроль соответственно на 220 ц/га зеленой массы (такая высокая производительность у них была обусловлена повышенной кустистостью и облиственностью), 50,2 ц/га сухого

вещества и 2,00 ц/га семян. Растения на участках, обработанных этиленимином отличались от контроля по цвету листьев (темно-зеленые), высоте растений, длине метелки. При определении массы 1000 семян установлено, что в среднем за три года на варианте № 2 (Маричка ЭИ-0,01%) она составляет 1,19 г против 1,05 г на контроле.

Некоторые мутантные номера ежи сборной, полученные с помощью химмутагена ЭИ, отмечаются повышенным процентом сырого протеина в сене. Высокопротеиновые номера характеризуются хорошей облиственностью и интенсивным, темно-зеленым цветом листьев. Результаты кормовой ценности ежи сборной представлены в таблице 2.

Таблица 2. Кормовая ценность ежи сборной (начало цветения)
в опыте 2015 года сева (в% на сухое вещество)

Содержание вариантов	Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	БЭВ	К. ед. на 1 ц сухого вещества	Переваримого протеина на 1 к.ед., г
2016 год							
Контроль – Маричка	9,3	1,69	32,3	8,5	48,21	81,27	68
№ 1 (Маричка ЭИ-0,005 %)	9,9	2,13	32,0	7,8	48,17	82,31	72
№ 2 (Маричка ЭИ-0,01 %)	9,5	2,03	32,7	9,2	46,57	80,14	71
№ 3 (Маричка ЭИ-0,02 %)	8,9	1,78	29,9	8,0	51,42	83,86	64
2017 год							
Контроль – Маричка	12,3	2,36	28,6	7,0	49,74	85,40	86
№ 1 (Маричка ЭИ-0,005 %)	13,1	2,37	30,0	7,5	47,03	83,51	93
№ 2 (Маричка ЭИ-0,01 %)	13,3	2,66	29,1	7,2	47,74	84,63	94
№ 3 (Маричка ЭИ-0,02 %)	13,6	2,31	28,8	8,1	47,19	83,60	97
Среднее за два года							
Контроль – Маричка	10,8	2,03	30,5	7,8	48,87	83,34	77
№ 1 (Маричка ЭИ-0,005 %)	11,5	2,25	31,0	7,7	47,55	82,91	83
№ 2 (Маричка ЭИ-0,01 %)	11,4	2,35	30,9	8,2	47,15	82,39	83
№ 3 (Маричка ЭИ-0,02 %)	11,3	2,05	29,4	8,1	49,15	83,73	81

По содержанию протеина и клетчатки в среднем за два года учета был выделен образец № 3 (Маричка ЭИ - 0,02%), тем самым обеспечив содержание протеина на 11,3% и клетчатки на 29,4%. В свою очередь, контрольный образец обеспечил содержание протеина в 10,8% и 30,5%. Содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в образце № 1 (Маричка ЭИ - 0,005%) и образце № 2 (Маричка ЭИ - 0,01%) в среднем за два года, по сравнению с контролем, уменьшился на 1,32% и, соответственно на 1,72 % сухого вещества. В № 3 (Маричка ЭИ-0,02%) в среднем за два года было высокое содержание БЭВ, а также этот номер обеспечил высокое содержание кормовых единиц (83,73) на 1 ц сухого вещества. Наименьшим содержанием кормовых единиц характеризовался корм с первого и второго вариантов, а обеспеченность кормовой единицы переваримого протеина в этих вариантах оказалось больше (83 г) от контроля (77 г) на 6 г.

В результате четырехлетней работы во втором поколении (M_2) в небольшом количестве обнаружены некоторые изменения морфо-биологических признаков, а именно: наблюдалась лучшая интенсивность окраски листьев, метелки, высота стеблей, длина метелки, раннеспелые и позднеспелые растения, облиственность и др. Отобраны карликовые кусты (высота куста 25 - 65 см, длина метелки 9 - 14 см), кусты с длиной метелки 29 см (Рис. 1). Встречались единичные растения с хлорофильной недостаточностью, скоро погибали, сильной пораженностью ржавчиной. Лучшие мутантные растения с наиболее ценными хозяйственными признаками клонированы и используются в дальнейшем селекционном процессе. Для этой цели в 2016, 2017 годах проведены клоновые отборы лучших растений сорта Маричка. Семена мутантных форм собрано отдельно, особенно по выделенным биотипам. Наиболее ценные из них используются в дальнейшей селекционной работе.

Результаты исследований свидетельствуют о перспективности применения химического мутагенеза как метода создания исходного материала для селекции ежи сборной. В создании нового исходного материала для селекции ежи сборной достаточно эффективной оказалась обработка семян химическим мутагеном ЭИ.



Рисунок 1. Карликовые кусты (высота куста 25 - 65 см, длина метелки 9 - 14 см)

ВЫВОДЫ

Полученные данные по обработке семян сорта ежи сборной Маричка химическим мутагеном этиленимином в концентрациях 0,005 %, 0,01 %, 0,02 % показали его эффективность в отношении индукции биологического разнообразия уже в первом поколении обработанных семян.

Этиленимин оказывал влияние на признаки качественные: всхожесть семян в лабораторных и полевых условиях, выживаемость (перезимовка) растений и количественные: высоту растений, число продуктивных стеблей, длину метелки, число семян в метелке. В изученных концентрациях мутагена перезимовка растений была выше, чем в контроле, в трех вариантах составляла 8 баллов.

Проведенные исследования доказывают, что метод химического мутагенеза является эффективным в создании нового селекционного материала ежи сборной, являющегося строгим перекрестником. Впервые разработана эффективная схема ускоренного создания нового селекционного материала. Созданы и включены в дальнейший селекционный процесс 34 мутантные формы, обладающие ценными хозяйственно-биологическими признаками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВАСЬКО, В.А., ГУДИМ, О.В., РОЖКОВ, О.Г. (2015). Применение экспериментального мутагенеза в селекции растений В: Селекція і насінництво, № 107, С. 8-18.
2. ВОЩИНIN, П.А., КОНСТАНТИНОВА, А.М. и др. (1969). Методика селекции многолетних трав. Москва. 109 с.
3. ВОЩИНIN, П.А., КОНСТАНТИНОВА, А.М. и др. (1978). Методические указания по селекции многолетних трав. Москва:130 с.
4. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 5 изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат. 351 с.
5. КОНЮШКОВА, Н.С., РАБОТНОВА, Т.А., ЦАЦЕНКИНА, И.А. (1961). Методика опытных работ на сенокосах и пастбищах. Москва: Сельхозгиз. 287 с.
6. РАПОПОРТ, И.А. (1978). Генетические ресурсы доминантности в химическом мутагенезе и их селекционное значение. В: Химический мутагенез и гибридизация. Москва: Наука, с. 3-33.
7. РАПОПОРТ, И.А. (1992). Явление химического мутагенеза и его генетическое изучение. В: Природа, N 3, с. 103-106.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ХОМЯК Мария

старший научный сотрудник, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: homyakmariya@ukr.net

Received: 24.03.2020

Accepted: 10.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3883994

CZU: 634.11: 542.32

CONDUCEREA POMILOR DE MĂR ÎN FORMĂ DE FUS ZVELT

Inna BÎLICI, Petru BALAN, Sergiu VĂMĂȘESCU, Valerian BALAN

Abstract. The paper refers to a process for forming the crown of the apple tree in the form of a slender spindle with a vertical central axis, weakly curved and well branched, with a single level of semiskeletal branches and fruiting branches. The Granny Smith variety was used, grafted onto the M9 rootstock and planted at a distance of 3.2 x 0.8 m. Before planting, a trellis was installed and 5 wires spaced 50, 80, 160, 240, 320 cm from the ground were fixed. The process of training the central axis includes: the bending of the vigorous axis and its fixation in horizontal position in spring in the first year after planting at the onset of the bud opening; the selection of an extension shoot of the central axis and pruning of vertical shoots at the collar when they reach a length of 20-25 cm; the fixation of the extension shoot in vertical position, in July.

Key words: Apple; Variety; Slender spindle crown; Central axis.

Rezumat. Lucrarea se referă la un procedeu de formare a coroanei pomului de măr în formă de fus zvelt cu ax central vertical, slab cotit și bine garnisit cu un singur nivel de ramuri de semischelet și ramuri de rod. S-a utilizat soiul Granny Smith, altoit pe portaltoiul M9, plantat la distanța de 3,2 x 0,8 m. Înainte de plantare a fost instalat spalier și fixate 5 sârme distanțate la 50, 80, 160, 240, 320 cm de la sol. Procedeu de dresare a axului central la măr include: arcuirea axului puternic și negarnisit cu fixarea lui în poziție orizontală primăvara în primul an după plantare la începutul dezmuguririi; selectarea unui lăstar de prelungire a axului central cu tăierea la inel a lăstarilor verticali la atingerea lungimii lor de 20-25 cm; fixarea lăstarului de prelungire în poziție verticală, în luna iulie.

Cuvinte-cheie: Măr; Soi; Fus zvelt; Ax central.

INTRODUCERE

Pomicultura modernă are la bază rezultatele cercetărilor teoretice și practice desfășurate în ultimele decenii în marile țări cultivatoare (Germania, Olanda, Polonia, Elveția, Franța, Italia) și la noi în țară. Formele de coroană cu volum mare sunt progresiv înlocuite de formele în sistem aplatizat (palmete) sau fusiforme. Multitudinea variată de forme are peste tot origini biologice (soi, portaltoi etc.), de climă (luminozitate, căldură, precipitații etc.) și sol, dar răspunde, cu siguranță, și la factori precum tradiția sau potențialul productiv și maxim econom.

Datorită multiplexelor combinații de soi/portaltoi, distanțelor variate de plantare și modurilor de grupare a pomilor ca urmare a diversității materialului biologic existent (pomi cronați, knip-baum etc.), tot mai multe cercetări se impun cu privire la sistemele de conducere a pomilor. Dintre sistemele de conducere experimentate la măr menționăm formele aplatizate (palmeta cu brațe oblice, palmeta cu brațe orizontale, palmeta liber aplatizată, cordon vertical etc.), formele libere (Slanke spil, sistemul Super spindle, fusul Nord-olandez etc.) și formele în două planuri oblice (Tatura Trellis, „sistem în V” sau sistem V Guttingen) (Ghena, N. et al. 2004; Babuc, V. et al. 2015).

Diversitatea materialului săditor, a metodelor și posibilităților tehnice, precum și a condițiilor climatice din zonă trebuie să fie luată în calcul la studierea modului de formare a coroanei pomilor care va sta la baza sistemelor de cultură în viitor. Indiferent de sistemul de cultură, pentru stimularea fructificării, la plantare se utilizează pomi preformați, din lăstari anticipați, de 1-2 ani. Pentru ridicarea productivității muncii se aleg sisteme de conducere simple, cu un grad înalt de mecanizare a lucrărilor, sau sisteme de cultură a pomilor de talie joasă, care permit valorificarea la maximum a lucrului manual (tăiatul pomilor, rădirea și recoltarea fructelor). Sistemul de cultură este orientat spre îmbunătățirea continuă a sortimentului din punct de vedere calitativ, cantitativ și constant, astfel încât să corespundă exigențelor producției integrate. Un astfel de sistem poate fi pus în evidență prin coerența relațiilor existente între soi, portaltoi, modul de conducere a coroanei, forma de coroană și distanțele de plantare (Balan, V. 1996; Balan, V. et al. 2001).

În acest context, argumentarea teoretică și elaborarea procedeelor de formare a pomilor de măr în vederea intrării acestora pe rod într-un termen cât mai redus constituie o problemă destul de actuală pentru pomicultura superintensivă. Scopul cercetărilor a fost elaborarea procedeelor tehnologice de formare a coroanei pomilor de măr cu ax bine dezvoltat și negarnisit, altoiți pe portaltoiul M9, care să asigure garnisirea uniformă a axului cu creșteri anuale viguroase și cu ramuri de rod, intrarea pomilor pe rod economic în al doilea an după plantare și creșterea rapidă a recoltei în anii următori. Obiectivele de cer-

cetare au fost direcționate spre crearea de soluții pentru realizarea coroanei pomului de măr în formă de fus zvelt prin dirijarea axului central, ceea ce va permite creșterea recoltei și a calității fructelor.

MATERIALE ȘI METODE

Experiența s-a organizat în zona pomicolă de centru a Republicii Moldova și anume la SRL „Elita Fruct” din raionul Criuleni. Procedul de dirijare a axului central s-a aplicat la soiul de măr Granny Smith, altoit pe portaltoiul M9, cu coroana de tipul fus zvelt, distanțele de plantare fiind de 0,8 m pe rând și 3,2 m între rânduri. Înainte de plantare s-a instalat spalier și au fost fixate 5 sârme distanțate la 50, 80, 160, 240, 320 cm de la sol. Pe prima sârmă s-a fixat furtunul pentru irigare prin picurare. S-a folosit material săditor viguros, cu ramuri anticipate la înălțimea de 50-80 cm și cu ax bine dezvoltat, negarnisit (Balan, V. et al. 2018).

Materialul săditor a fost de o calitate înaltă, cu muguri viabili pe toată lungimea axului, cu sistem radicular bine dezvoltat și concreșterea dintre altoi și portaltoi excelentă, fără urme de necroze. Au fost create și studiate două variante: una fără dirijare a axului central și a doua cu dirijare a axului central. Plantarea s-a executat primăvara devreme, în gropi, pomii fiind legați de sârma a doua (fig. 1a). La începutul dezmușuririi, în varianta a doua axul s-a înclinat și s-a legat de sârma a treia într-o poziție în formă de arc (fig. 1b). Când lăstarii au atins lungimea de 20-25 cm, pe ax s-a ales un lăstar care tindea spre verticală, iar restul lăstarilor verticali au fost suprimați la inel (fig. 1c). În luna iulie, lăstarul de prelungire a axului pomului s-a fixat în poziție verticală de sârma a patra pentru a-și consolida poziția (fig. 1d).

Solul s-a menținut înierbat pe cale artificială, livada s-a irigat prin picurare, iar pentru monitorizarea umidității solului s-au utilizat traductorii Watermark. Apa s-a distribuit prin magistrale cu picurători fixate la 40 cm de la sol pe direcția rândului. Benzile dintre rânduri, late de 2,5 m, s-au cosit de buruieni la necesitate și au rămas ca mulci. Experiențele au fost expuse liniar și au inclus 4 repetiții a câte 8 pomi fiecare. Evidența și aprecierea caracterelor și însușirilor importante din punct de vedere biologic și tehnologic s-au executat în condiții de câmp și de laborator, conform metodelor de cercetare staționară și biologică (Мойсейченко, В.Ф. 1994).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetările se referă la procedeul de formare a coroanei pomului de măr în formă de fus zvelt (Balan, V. et al. 2018). Aspectele principale în formarea la măr a coroanei de tip fus zvelt sunt dirijarea axului central și păstrarea formei piramidale, cu lățimea coroanei de 1-1,5 m la bază și de 0,5-0,6 m la vârf. Pomii conduși după sistemul fus zvelt au înălțimea de 3-3,5 m, iar ramurile laterale sunt perfect subordonate axului.

Tăierea de primăvară a axului central. Dacă pentru plantare se folosesc pomi cronați, de 1-2 ani, cu ramuri normale sau anticipate, primăvara, la dezmușurire, se alege 3-4 ramuri (șarpante) pentru etajul unu, uniform repartizate în spațiu la distanța de 10-15 cm între ele, și o ramură de prelungire a axului central, care se scurtează dacă depășește lungimea de 60 cm, fiind subordonată axului.

Când în zona de proiectare a coroanei există ramuri bine dezvoltate pentru a alege 3-4 dintre ele pentru formarea etajului, dar ramura de prelungire a axului central este viguros dezvoltată și negarnisită cu ramuri anticipate, aceasta se scurtează la 20-25 cm mai sus de planul de tăiere a ramurilor din etaj. În funcție de forța de creștere, axul central se taie la jumătate sau la o treime din lungime (Babuc, V. et al. 2015).

Dezavantajele acestei scurtări puternice constau în formarea unor lăstari viguroși în partea superioară, cei aflați mai jos fiind mai scurți, iar partea inferioară rămânând, de regulă, negarnisită. În continuare se suprimă ramurile verticale hulpave de pe ax sau prin tăieri de transfer la o ramură laterală cu poziția necesară. Astfel se elimină masa organică acumulată în procesul de fotosinteză și se întârzie intrarea pomilor pe rod, ceea ce demonstrează ineficiența măsurii de scurtare a ramurii de prelungire a axului central.

Ax central imitat în timpul primăverii. Dacă axul pomului este prea viguros fără ramificații, prelungirea axului se suprimă la o ramură inferioară, ce tinde spre verticală, deasupra ultimei ramuri din grupul celor alese pentru formarea primului etaj. Această ramură se va palisa în poziție verticală pentru a înlocui axul (Ghena, N. et al. 2004).

Scurtarea axului viguros la o ramură inferioară prezintă dificultăți la dirijarea pomilor în poziție verticală, întârzie atingerea înălțimii optime pentru coroana proiectată și, în consecință, scade productivitatea pomilor.

Esența procedurii de formare a coroanei pomului de măr în formă de fus zvelt. Pomii conduși conform metodologiei aplicate au un trunchi mic, de 0,5-0,6 m, și un ax bine dezvoltat, înalt de 3-3,5 m, garnisit uniform cu ramuri de semischelet și ramuri de rod, preponderent cu poziție oblică spre orizontală, vigoarea lor descrescând de la baza coroanei spre vârf.

Conducerea axului central prin arcuire se folosește când acesta este puternic, negarnisit, iar ramurile de pe el sunt slab dezvoltate. În acest caz axul nu se mai scurtează. Primăvara, la dezmușurire, pomul se leagă într-o poziție arcuită fie de sârmă, fie de un pom de alături. Locul îndoiturii rămâne ascendent, iar ramura înclinată devine descendentă. Mugurii din zona de curbura emit lăstari viguroși, iar mugurii din zona descendentă formează ramuri de rod, care diferențiază mugurii floralii.

Din lăstarii apăruiți pe ax se selectează un lăstar de prelungire a axului central, care tinde spre verticală și se lasă să crească liber, cu tăierea la inel a lăstarilor verticali la atingerea lungimii lor de 20-25 cm și cu fixarea lăstarului de prelungire în poziție verticală, în luna iulie. Axul arcuit, garnisit cu ramuri de rod, fructifică 2-3 ani, apoi se taie la cep.

Scopul metodei este garnisirea axului cu creșteri anuale viguroase și cu ramuri de rod în zona descendentă.

Rezultatul metodologiei aplicate permite formarea unor coroane conice și înguste, cu ax central vertical, slab cotit și bine garnisit, cu un singur nivel de ramuri de semischelet și ramuri de rod care descresc ca lungime de la baza pomului spre vârf, asigurând utilizarea rațională a produselor fotosintezei și intrarea timpurie a pomilor pe rod.

Figura de mai jos ilustrează metodologia descrisă.

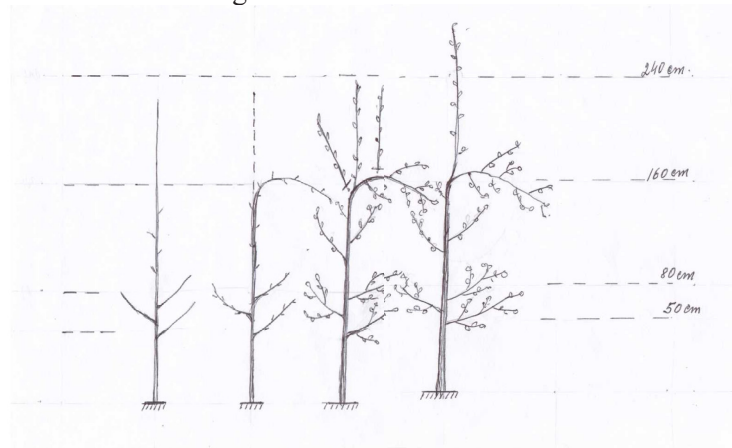


Figura 1. Procedul de dirijare a axului central la măr. a) pom plantat toamna sau primăvara; b) legarea axului în formă arcuită primăvara, la dezmușurire; c) alegerea pe ax a unui lăstar care tinde spre verticală, atunci când ramurile ating lungimea de 20-25 cm, și suprimarea la inel a restului lăstarilor verticali; d) fixarea în poziție verticală a lăstarului de prelungire a axului pomului, în luna iulie

Datele experimentale obținute (tab. 1) arată că dirijarea axului central a influențat producția de fructe. Pomii din soiul de măr Granny Smith au intrat pe rod în al doilea an după plantare. În anul 2016, în varianta fără dirijare a axului central recolta a constituit 15320,4 kg/ha, iar în varianta unde axul central a fost dirijat – 24324,2 kg/ha, ceea ce e cu 58,8% mai mult. Aceeași legitate s-a înregistrat și în anul 2017, când recolta de fructe în varianta a doua a depășit prima variantă cu 23,97%. În următorii ani recolta de fructe la ambele variante s-a egalat și a constituit, în medie, 33196,7 kg/ha în anul 2018 și 79203,55 kg/ha în anul 2019.

Tabelul 1. Producția de fructe la soiul de măr Granny Smith în funcție de dirijarea axului central, kg/ha (Distanța de plantare 3,2x0,8 m, portaltioiul M9, anul plantării 2015, coroana de tipul fus zvelt, SRL „Elita Fruct”)

Varianta	Anii				Media (2016-2019)
	2016	2017	2018	2019	
Fără dirijarea axului central	15320,4	45713,6	33200,5	79150,4	48361,95
Cu dirijarea axului central	24324,2	56674,0	33192,9	79256,7	48361,95
Media	19822,3	51193,8	33196,7	79203,55	45854,09

Metoda de dirijare a axului central s-a dovedit a fi un procedeu tehnologic eficient în conducerea pomilor după forma de coroană fus zvult, favorizând mărirea recoltei de fructe cu 23,97-58,8 % în primii doi ani după plantare.

CONCLUZII

Procedeul de dirijare a axului central la măr s-a aplicat la soiul de măr Granny Smith, altoit pe portaltoiul M9 și plantat la distanța de 3,2 x 0,8 m.

Conducerea axului central prin arcuire se efectuează când acesta este puternic și negarnisit, iar ramurile de pe el sunt slab dezvoltate. În acest caz, axul nu se scurtează, ci este condus prin arcuire în scopul garnisirii axului cu creșteri anuale viguroase și ramuri de rod în zona descendentă.

Primăvara, la dez mugurire, axul pomului se leagă într-o poziție arcuită, fie de sârmă, fie de un alt pom. Locul îndoiturii rămâne ascendent, iar ramura înclinată devine descendentă. Mugurii din zona de curbură emit lăstari viguroși, iar mugurii din zona descendentă formează ramuri de rod, care diferențiază muguri floralii.

Din lăstarii apăruiți pe ax se alege unul, care tinde spre verticală, și se lasă să crească liber pentru a înlocui axul, iar restul lăstarilor verticali se suprimă la inel. Axul arcuit, garnisit cu ramuri de rod, fructifică 2-3 ani, apoi se taie la cep.

Pomii conduși conform metodologiei aplicate au un trunchi mic, de 0,5-0,6 m, și un ax bine dezvoltat, înalt de 3-3,5 m, garnisit uniform cu ramuri de semischelet și ramuri de rod, preponderent cu poziție oblică spre orizontală, vigoarea lor descrescând de la baza coroanei spre vârful ei.

Soiul Granny Smith, altoit pe portaltoiul M9, a intrat pe rod în al doilea an după plantare. În primii doi ani, recolta de fructe a înregistrat cele mai mari valori în varianta unde s-a efectuat dirijarea axului central.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V. PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E. (2015). Conducerea și tăierea pomilor și arbuștilor fructiferi: manual tehnologic. Chișinău: ACED. 256 p. ISBN 978-9975-87-021-4.
2. BALAN, V. (1996). Metoda de stabilire a distanței dintre rândurile de pomi fructiferi: Brevet de invenție MD nr. 361. Publ. 31.01.1996, BOPI nr.1/96.
3. BALAN, V., BALAN, P., BÎLICI, I. (2018). Procedeu de formare a coroanei pomului de măr în formă de fus zvult: Brevet de invenție MD 1229. Publ. 30.09.2018.
4. BALAN, V. CIMPOIEȘ, Gh., BARBĂROȘIE, M. (2001). Pomicultură: manual pentru studiile universitare. Chișinău: MUZEUM. 450 p. ISBN 9975-906-39-7.
5. GHENA, N., BRANISTE, N., STANICA, F. (2004). Pomicultura generală. București: Matrix Rom. 562 p. ISBN 973-685-844-8.
6. МОЙСЕЙЧЕНКО, В.Ф., ЗАВЕРЮХА, А.Х., ТРИФАНОВА, М.Ф. (1994). Основы научных исследований в плодово-овощеводстве и виноградарстве. Москва: Колос. 365 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

BÎLICI Inna

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

BALAN Petru

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

VĂMĂȘESCU Sergiu

doctor în științe agricole, cercetător științific, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

BALAN Valerian*

doctor habilitat, profesor universitar, Catedra Horticultură, Facultatea Horticultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, directorul Școlii Doctorale a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură

*Corresponding author: v.balan@uasm.md

Data prezentării articolului: 01.10.2019

Data acceptării articolului: 29.12.2019

DOI: 10.5281/zenodo.3883998

CZU: 634.11 : 631.811.98

EFECTUL REGULATORILOR DE CREȘTERE ASUPRA NORMĂRII ORGANELOR REPRODUCTIVE, PRODUCTIVITĂȚII ȘI CALITĂȚII FRUCTELOR LA SOIUL DE MĂR GOLDEN DELICIOUS

Petru BALAN

Abstract. Proper management of the crop load is necessary to achieve an appropriate balance between the yield and the fruit size. The study was conducted in the period 2016-2018 with the purpose to assess the effect of various crop load management practices on the Golden Delicious apple variety, grafted on the rootstock M9, in an intensive system. The trees aged 8-10 years were trained according to improved slender spindle shape and planted at a distance of 3.5 x 1 m. Experimental design: a) control, untreated trees; b) fruit manual thinning performed after the physiological drop, when the fruits reached a diameter of 16-18 mm; c) chemical thinning with the preparations: 1) Urea solution 46% N, 6 kg/ha, at a temperature of 12-25°C and air humidity of 65-80%, when 75% of the flowers are open until the petals of the first flowers dropped; 2) Geramid New solution, 1.5 l/ha, at a temperature of 15-20 °C, when the central fruit reached a diameter of 4-7 mm; 3) LG Dira Max solution, 2,l/ha at a temperature of 18-25°C, when the central fruit reached a diameter of 10-15 mm. The experiment was organized in 4 repetitions, the spraying was performed on 8 trees in each repetition, using 11 l of solution on 32 trees or 1000 l per hectare, respectively. The authors calculated the number of red dotted buds, the number of inflorescences that set fruit, the average number of fruits per tree as well as the average weight and diameter of fruits. The used growth regulators ensured a significant increase in the average weight of a fruit (135,4-144,4 g) and a significant increase in the diameter of fruits (over 85% of fruits have been classified in the category I and Extra category), but significantly reduced the number of fruits per tree.

Key words: *Malus domestica*; Manual thinning; Chemical thinning; Growth regulators; Fruit buds; Yield.

Rezumat. Managementul corespunzător al încărcăturii cu rod este necesar pentru a obține un echilibru adecvat între randament și mărimea fructelor. Studiul a fost desfășurat în anii 2016-2018 în zona de centru a Republicii Moldova pentru a evalua efectul normării încărcăturii cu rod prin diferite metode de rărire la soiul Golden Delicious, altoit pe portaltoiul M9, în sistem intensiv. Pomii cu vârsta de 8-10 ani sunt conduși sub formă de fus zvelt ameliorat și plantați la distanța de 3,5 x 1 m. Schema experiențelor: a) martor, pomi netratați; b) rărire manuală a fructelor efectuată după căderea fiziologică, când fructele ating în diametru 16-18 mm; c) rărire chimică cu preparatele: 1) soluție de uree 46% N, 6 kg/ha, când 75% din flori sunt deschise până la scuturarea petalelor primelor flori; 2) soluție de Geramid New, 1,5 l/ha., când fructul central atinge în diametru 4-7 mm; 3) soluție de Dira Max LG, 2 l/ha, când fructul central atinge în diametru 10-15 mm. Experiența a fost organizată în 4 repetiții, iar stropirile s-au făcut la 8 pomi în fiecare repetiție. S-au utilizat 11 l de soluție la 32 de pomi, respectiv 1000 l la hectar. S-a calculat numărul bobocilor punctați de roșu, numărul inflorescențelor legate, numărul mediu de fructe pe un pom, greutatea medie și diametrul fructelor. Regulatorii de creștere nominalizați asigură o creștere semnificativă a greutateii medii a unui fruct (135,4-144,4 g) și o creștere esențială a diametrului fructelor (peste 85 % din fructele obținute sunt de categoria I și extra), dar reduc semnificativ numărul de fructe la pom.

Cuvinte-cheie: *Malus domestica*; Rărire manuală, Rărire chimică; Regulatori de creștere; Muguri de rod; Recoltă.

INTRODUCERE

Mărul, biologic vorbind, fructifică periodic, iar pentru a obține recolte durabile este necesar de a norma cantitatea de organe reproductive în coroana pomilor de măr. Stabilirea încărcăturii de rod se realizează, în diverse faze fenologice ale ciclului anual al pomilor, prin operațiuni tehnologice asupra ramurilor de garnisire, a ramurilor de rod, a florilor și a fructelor (Cimpoieș, Gh. 2012; Babuc, V. et al. 2013). Tăierea pomilor în perioada de repaus vegetativ nu permite normarea mugurilor de rod pentru obținerea recoltei planificate, deoarece este imposibil de prevăzut condițiile de declanșare a vegetației, înfloririi și legării fructelor. De aceea, în timpul tăierii pomilor, se lasă cu 20-30% de muguri de rod mai mult decât necesarul pentru a asigura o încărcătură optimă nu numai în anii cu condiții prielnice pentru polenizare și legare, dar și în anii cu timp nefavorabil în perioada înfloritului (Balan, V., Vămășescu, S. 2013; 2018). În cazul condițiilor favorabile, în perioada înfloritului, pe pomi rămâne un număr exagerat de fructe și, în consecință, se obțin mai multe fructe mici cu acumulare redusă de zahăr și colorație slabă. De asemenea, are loc împiedicarea diferențierii mugurilor de rod pentru anul următor, ceea ce determină necesitatea normării încărcăturii cu rod prin răirirea florilor, ovarelor și a fructelor (Ghena, N. et al. 2004; Cimpoieș, Gh. 2012; Babuc, V. et al. 2013).

În pomicultura modernă, pentru obținerea unor recolte mari, de calitate și constante se folosesc rărirea manuală și rărirea chimică a fructelor, dar insuficiența de brațe de muncă a impus utilizarea pretutindeni a regulatorilor de creștere pentru rărirea fructelor (Robinson, T. et al. 1998).

La cultura mărului, rărirea chimică este cea mai răspândită și eficace. Actualmente, pentru rărirea florilor, în practica pomicolă se utilizează substanțe chimice din grupa stimulatoarelor de creștere (auxine) având la bază acidul naftilacetic (NAA) și naftilacetamida (NAD): Brafix (NAA 2%); Dirager (NAA 3,3%); Dira-Max (BA 4,0% + NAA 0,4%); Bioprzerzedzac 060SL (NAA 1% + BA 5%); Geramid New (NAD 4,0%); Diramid (NAD 8%). Din grupa citokininelor se utilizează preparate având la bază benzi-ladenina (BA): Accel (90% BA + 10% GA₄₊₇); Gerbathin 2 LG (BA 2%); Gerba 4 LG, (BA 4%). Se mai folosesc substanțe din grupa generatorilor de etilenă, având la bază acidul 2-cloroetilfosforic: etefon, precum și insecticidele Carbaryl, DNOC și altele. În prezent, cele mai frecvent utilizate produse chimice pentru rărirea fructelor la măr la stadiul de floare sunt acidul 2- cloroetilfosforic (etefon), tiosulfatul de amoniu (ATS), uleiul și varul de sulf. Auxinele (NAA și NAD), citokinină (6-BA) și, în unele cazuri, insecticidul Carbaryl sunt aplicate la etapa de fructificare (Babuc, V. et al. 2013; Cîmpoieș, Gh. 2012; Botu, I., Botu, M. 2003; Drăgănescu, E. 2001).

Eficiența răririi variază în funcție de doza și tipul preparatului utilizat, de condițiile climatice și sistemul de cultură (Stopar, M. 2006; Peșteanu A., Calestru O. 2017). Evident, argumentarea practică a procedeele de normare a încărcăturii cu rod în vederea obținerii producției durabile de fructe constituie o problemă foarte actuală pentru livezile intensive (Babuc, V. et al. 2013).

Scopul lucrării constă în sporirea productivității și eficienței plantațiilor de măr prin aplicarea normării încărcăturii cu rod prin diferite metode de rărire la soiul Golden Delicious, altoit pe portaltoiul M9, în sistem intensiv.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile au fost efectuate în livada de măr a CAP „Spica-N Agro” din satul Onițcani, raionul Criuleni. Livada a fost plantată în anul 2009 cu soiurile de măr Golden Delicious, Gala Delicious și Granny Smith, altoite pe portaltoiul de vigoare mică M9. Pomii au fost conduși sub formă de fus zvult ameliorat și plantați la distanța de 3,5 x 1 m. În timpul cercetărilor, în livadă au fost aplicate lucrările de întreținere și protecție fitosanitară a pomilor prevăzute în tehnologia de cultură a mărului. Solul în livadă se menține prin înierbare și cu erbicidare pe rândul de pomi. CAP „Spica-N Agro” dispune de stație meteorologică pe teritoriul livezii pentru monitorizarea în mod automatizat, la anumite perioade de timp, a temperaturii minime, maxime și medii, a umidității relative a aerului și a precipitațiilor atmosferice.

Studiul a fost realizat în perioada anilor 2016-2018. S-a studiat influența diferitor metode de rărire la soiul Golden Delicious. În baza literaturii de specialitate (Cîmpoieș, Gh. 2012; Babuc, V. et al. 2013) și a practicii de utilizare a regulatorilor de creștere pentru normarea încărcăturii cu rod (Peșteanu, A., Balan, V., Vămășescu, S., Ivanov, I.) a fost elaborată schema experiențelor (tab. 1).

Tabelul 1. Schema experienței cu metodele de normare a organelor reproductive

Nrd/o	Varianta	Substanța activă	Doza de aplicare	Condițiile, perioada efectuării tratamentelor și modul de aplicare
1	Martor netratat			
2	Rărirea manuală			Rărirea manuală a fructelor s-a efectuat după căderea fiziologică, când fructele ating în diametru 16-18 mm
3	Uree 46% N	(NH ₂) ₂ CO	6 kg/ha	Stropire, la temperatura de 12-25°C și umiditatea aerului de 65-80%, când 75% din flori sunt deschise până la scuturarea petalelor primelor flori
4	Geramid New	NAD, 4%	1,5 l/ha	Stropire la temperatura de 15-20°C, când fructul central atinge în diametru 4-7 mm
5	Dira Max LG	BA, 4% + NAA, 4%	2 l/ha	Stropire la temperatura de 18-25°C, când fructul central atinge în diametru 10-15 mm

Experiența a fost organizată în 4 repetiții a câte 8 pomi fiecare, în corespundere cu metodologia organizării experimentelor factoriale după Дюкнєв Б. А. (1985). Pomii au fost selectați după vigoare și uniformitatea dezvoltării și au fost repartizați, randomizat, pe 2 rânduri din mijlocul benzii la fiecare soi. Pentru determinarea strategiei de rărire a fructelor s-au analizat intensitatea înfloririi, fazele de dezvoltare a fructelor, timpul înainte și după aplicarea tratamentului. Numărul bobocilor punctați de roșu (NBR) s-a stabilit în perioada butonului roz, numărul inflorescențelor legate (NIL) – după căderea fructelor din iunie, iar ponderea fructelor într-o inflorescență s-a stabilit la recoltare pe 12 pomi din variantă.

Rărirea manuală a fructelor s-a efectuat după căderea fiziologică din iunie, când fructele aveau câte 18-20 mm în diametru. În inflorescențe s-a lăsat câte un fruct amplasat la distanța de 10-20 cm între ele. Având în vedere potențialul biologic al pomilor, distanța de plantare, forma de coroană și nivelul agrotehnic, s-a stabilit cantitatea optimă de fructe (90-100 bucăți/pom) lăsată pe pom. În procesul răririi manuale s-au înlăturat mai întâi fructele afectate de boli, cele deformate, mici, gemene și apoi cele normale.

Răritul fructelor pe cale chimică s-a efectuat când pomii au prezentat o înflorire normală și abundență, iar condițiile din timpul înfloritului au fost favorabile pentru legarea fructelor. Regulatorii de creștere s-au utilizat sub formă de soluție, iar tratamentele s-au executat la 8 pomi în fiecare repetiție. S-au utilizat 11 l de soluție la 32 de pomi, respectiv 1000 l la hectar. Pentru o aderență mai favorabilă a soluției cu frunza s-a adăugat Silwet L-77 în doza de 1 ml la 10 litri de apă cu pH-ul în jur de 7. La hotarele dintre parcelele și repetițiile experimentale s-au lăsat câte 3 pomi netratați pentru a evita suprapunerea variantelor în timpul efectuării tratamentelor. Tratarea pomilor s-a efectuat dimineața, în orele fără vânt, cu stropitoarea portabilă.

Producția de fructe s-a stabilit prin metoda gravimetrică și de calcul. Cu două săptămâni înainte de recoltare s-au numărat fructele pe toți pomii din variantă. S-a calculat numărul mediu de fructe pe un pom. Greutatea medie și diametrul fructelor s-au stabilit prin metoda de cântărire și măsurare a unei probe de 100 de mere. În baza numărului de plante la o unitate de suprafață, a numărului mediu de fructe pe pom și a masei medii a unui fruct s-a stabilit recolta pe fiecare variantă la un pom și la hectar. Prelucrarea statistică a rezultatelor cercetării s-a efectuat prin metoda analizei de dispersie monofactorială, precum și prin metoda corelației și regresiei, descrise de Дюкнєв Б. А. (1985).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În practica pomicolă, normarea încărcăturii cu rod se determină în baza studiului diferențierii mugurilor de rod (Babuc V. 2012). Astfel, în perioada de repaus vegetativ a pomilor s-a analizat depunerea mugurilor de rod și, în baza rezultatelor obținute, s-a efectuat tăierea pomilor și, ulterior, normarea mugurilor de rod pentru obținerea recoltei planificate (tab.2).

Tabelul 2. Numărul bobocilor punctați de roșu (NBR) și numărul inflorescențelor legate (NIL) în coroana pomilor de măr de soiul Golden Delicious în funcție de modul de rărire a organelor reproductive

Varianta	Numărul bobocilor punctați de roșu			Numărul inflorescențelor legate		
	Anul 2016	Anul 2017	Anul 2018	Anul 2016	Anul 2017	Anul 2018
V1-Martor netratat	185	298	154	92	195	115
V2-Rărirea manuală	190	312	160	95	206	94
V3-Uree 46% N, 6 kg/ha	176	308	150	89	184	90
V4-Geramid New, 1,5 l/ha	173	288	164	115	195	129
V5-Dira Max LG, 2 l/ha	186	305	148	99	217	117
Media	182	302,2	155,2	98	199,4	109
DL, 5%	-	-	-	30,7	27,4	25,1

Pomii de soiul Golden Delicious selectați au demonstrat o cantitate satisfăcătoare de muguri de rod care, la apariția bobocilor punctați de roșu, au constituit 173-190 bucăți/pom în anul 2016, 288-305 bucăți/pom în anul 2017 și 148-160 bucăți/pom în anul 2018. Numărul bobocilor punctați de roșu (NBR) arată în mod convingător că pomii au o încărcătură uniformă cu organe reproductive și diferă de la an la an. Referitor la numărul inflorescențelor legate (NIL), se constată că numărul lor este uniform pe variante și constituie în medie 98 bucăți/pom în anul 2016, 199,4 bucăți/pom în anul 2017 și 109 bucăți/pom în

anul 2018, cu o diferență nesemnificativă față de martor. Analizând valorile NBR și NIL putem concluda că metodele utilizate de normare a organelor reproductive nu au influențat numărul de inflorescențe din coroana pomilor, pomii aflându-se în condiții identice de creștere și dezvoltare.

Ponderea fructelor într-o inflorescență. Menținerea pomilor în stare de echilibru fiziologic contribuie la stabilirea încărcăturii optime de rod, inclusiv în fiecare inflorescență. Astfel, fructe de calitate pot fi obținute numai atunci când avem câte un fruct în inflorescență, ceea ce permite distribuția uniformă a hidraților de carbon (Ghena, N. et al. 2004).

Datele referitoare la ponderea fructelor într-o inflorescență (tab. 3; fig. 1) arată în mod convingător că în varianta martor, unde organele reproductive nu s-au expus răririi, fructele s-au repartizat mai uniform în inflorescențe – 40,3 % câte unu, 35,4 % câte două și 24,3 % câte trei. Normarea organelor reproductive a majorat ponderea inflorescențelor cu câte un fruct în raport cu cele a câte două și trei fructe. Spre exemplu, în V2, cu rărire manuală, 82,9% din fructe sunt amplasate câte unul în inflorescență și numai 17,1 % câte două. Rărirea manuală permite astfel obținerea unor fructe de calitate superioară atât din punct de vedere morfologic, cât și organoleptic.

Tabelul 3. Ponderea fructelor într-o inflorescență (%) în coroana pomilor de măr de soiul Golden Delicious în funcție de modul de rărire a organelor reproductive

Varianta	Anul 2016			Anul 2017		
	1 fruct	2 fructe	3 fructe	1 fruct	2 fructe	3 fructe
V1-Martor netratat	40,3	35,4	24,3	48,9	22,3	28,8
V2-Rărirea manuală	82,9	17,1	-	87,6	12,4	-
V3-Uree 46% N, 6 kg/ha	74,8	15,2	10	79,4	17,4	3,2
V4-Geramid New, 1,5 l/ha	69,6	18,5	11,9	73,8	14,2	12
V5-Dira Max LG, 2 l/ha	70,3	21,1	8,6	75,6	18,9	-
Media	67,6	21,4	11	73,06	17,04	

În cazul utilizării regulatorilor de creștere, ponderea fructelor într-o inflorescență s-a diminuat semnificativ comparativ cu martorul netratat. În anul 2016, numărul de fructe unice în inflorescență a constituit 74,8 % în V3, 69,6 % în V4 și 70,3 % în V5, iar numărul inflorescențelor cu câte două și trei fructe s-a micșorat simțitor și a constituit 15,2 - 21,1% și, respectiv, 8,6 - 11,9 %.

În anul 2017, numărul fructelor a fost semnificativ mai mare comparativ cu anul 2016, dar repartizarea fructelor în inflorescență a fost similară. Astfel, la rărirea manuală a fructelor, 87,6 % din fructe sunt amplasate câte unul în inflorescență, iar la utilizarea regulatorilor de creștere acest indice constituie 79,4 % în V3, 73,8 % în V4 și 75,6 % în V5. La tratarea pomilor cu uree 46% N în doza de 6 kg/ha, 17,4 % inflorescențe au format câte un fruct și numai 3,2 % câte trei fructe. Stropirea cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,5 l/ha a mărit ponderea inflorescențelor (12 %) cu câte trei fructe, iar la utilizarea preparatului Dira Max LG în doza de 1,5 l/ha inflorescențele cu câte trei fructe lipsesc.

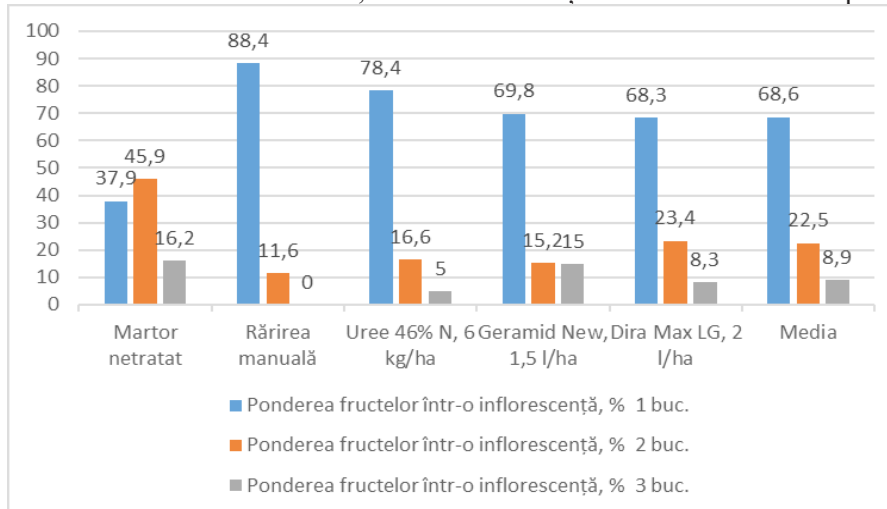


Figura 1. Ponderea fructelor într-o inflorescență în coroana pomilor de măr de soiul Golden Delicious în funcție de modul de rărire a organelor reproductive

În anul 2018, cea mai mare pondere a fructelor unice în inflorescență a fost în variantele cu rărire manuală (V2) și cu stropire cu uree 46% N în doza de 6 kg/ha (V3), constituind 88,4 % și, respectiv, 78,4 %.

Analizând datele referitoare la ponderea fructelor într-o inflorescență în funcție de modul de rărire a organelor reproductive, constatăm că regulatorii de creștere utilizați la rărirea organelor reproductive reglementează raportul fructelor într-o inflorescență, majorând ponderea fructelor unice în defavoarea celor amplasate câte două și trei, comparativ cu varianta martor.

Numărul de fructe. Consecutivitatea depunerii mugurilor de rod la soiul Golden Delicious, în condiții favorabile de înflorire, polenizare și legare a fructelor în anii 2016-2018, a permis studiul regulatorilor de creștere asupra normării organelor reproductive și obținerea recoltelor constante de fructe. Având în vedere potențialul productiv al plantațiilor de soiul Golden Delicious, cu pomi plantați la distanța de 3,5 x 1 m și conduși sub formă de fus zvelt ameliorat, s-a stabilit cantitatea de fructe care asigură recolte durabile și cea mai mare eficiență economică (80-110 bucăți/pom) (tab. 4).

La cultura mărului, creșterea productivității fără gestionarea corespunzătoare a pomilor și a încărcăturii cu rod poate conduce la recolte mari, dar cu fructe mici (Babuc, V., et al. 2013; Balan V., Vămășescu S. 2013). Dimensiunea fructelor este un parametru de calitate foarte important, iar fructele mai mari aduc și o valoare mai mare pe piață și la export. În multe cazuri, acesta este un factor care poate determina viabilitatea unei livezi. Numărul de fructe la soiul Golden Delicious diferă de la un an la altul. Astfel, în anul 2016, numărul de fructe a constituit de la 64 bucăți/pom în V5 (Dira Max LG, 2 l/ha) până la 115 bucăți/pom în varianta martor. Datele prezentate în tabelul 4 arată că, în variantele unde s-au aplicat rărirea manuală și regulatorii de creștere, numărul de fructe este semnificativ mai mic comparativ cu martorul netratat. Această micșorare a numărului de fructe în V3 se datorează utilizării, la etapa când 75% din flori au căzut, a soluției de uree 46 % care arde stigmatul și polenul florilor deschise, pârjolind petalele la cele nedeschise.

Tabelul 4. Numărul și greutatea medie a fructelor de soiul Golden Delicious în funcție de modul de rărire a organelor reproductive

Varianta	Fructe, bucăți/pom			Greutatea medie a fructelor, g		
	Anul	Anul	Anul	Anul	Anul	Anul
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
V1-Martor netratat	115	165	98	118,3	103,0	105,7
V2-Rărirea manuală	67	103	78	144,2	142,7	129,5
V3-Uree 46% N, 6 kg/ha	82	110	75	135,4	138,2	146,7
V4-Geramid New, 1,5 l/ha	72	99	73	144,4	140,4	135,6
V5-Dira Max LG, 2 l/ha	64	105	73	142,2	119,0	138,4
Media	80	116,4	79,4	136,9	128,7	131,2
DL, 5 %	9,7	22,3	7,5	4,32	15,3	9,7

Numărul de fructe la recoltare în V4 (72 bucăți/pom) este de asemenea semnificativ mai mic comparativ cu martorul. Preparatul Geramid New (1-naftilacetoamida), cu efect de auxină, acționează selectiv asupra fructelor pentru că, la nivel hormonal, în plantă se majorează capacitatea de producere a etilenei, care conduce la îmbătrânirea prematură a plantelor și care blochează în primul rând activitatea fructelor mici de pe ramurile cu vigoare mică de creștere și a celor cu mai puține semințe, urmare a unei fecundări necomplete.

Regulatorul de creștere complex Dira Max LG, pe bază de acid 1-naftilacetic și 6-benziladenin, are o influență mai evidentă la rărirea organelor reproductive, deoarece riscul devine mai mic ori se exclude efectul negativ al preparatului 6-BA de a forma fructe cu rugozități și de tipul pigma. Acidul 1-naftilacetic (NAA) de asemenea are efect de auxină și inhibă procesele fiziologice pe o perioadă de 3-4 zile, diminuează vigoarea de creștere a lăstarilor, creează senzația de ofilire a frunzelor și blochează creșterea fructelor mici în favoarea celor mai dezvoltate. În schimb, regulatorul de creștere pe bază de 6-benziladenin (6-BA), cu efect de citochinină, micșorează cantitatea de auxină furnizată de fructe și lăstari, stimulând biosinteza etilenei care și încetinește dezvoltarea fructelor mai mici și normarea încărcăturii de rod (Peșteanu, A., Calistru O. 2017; Vămășescu S. 2018).

În anul 2016, stropirea cu soluție de Dira Max LG în concentrație de 2 l/ha la temperatura de 18-25°C, când fructul central atinge în diametru 10-15 mm, a redus semnificativ numărul de fructe (64 bucăți/pom). În 2017, numărul de fructe (105 bucăți/pom) de asemenea a fost mai mic față de varianta

martor (V1) și de varianta tratată cu uree 46% N, 6 kg/ha (V3). În anul următor, numărul de fructe pe pom a fost la nivelul anului 2016 și a constituit de la 73 bucăți/pom, în variantele V4 și V5, până la 98 bucăți/pom în V1 în momentul recoltării. Numărul de fructe în V2, V3, V4 și V5 este semnificativ mai mic comparativ cu V1, netratată. Deci, pentru a obține o cantitate optimă de fructe la soiul Golden Delicious, este necesar de a efectua normarea organelor reproductive, fie manual, fie prin intermediul tratării chimice cu diverși regulatori de creștere.

Menționăm că, pentru o cultură anuală rentabilă la soiul Golden Delicious, numărul potrivit de fructe pe pom poate fi realizat atunci când numărul de boboci punctați de roșu din coroană, numărul de fructe legate în inflorescență, precum și numărul de fructe după căderea ovarelor din iunie nu creează o supraîncărcare cu fructe pe pom.

Greutatea medie a fructelor. Greutatea medie a unui fruct la soiul Golden Delicious este semnificativ mai mare în variantele unde s-a aplicat rădarea organelor reproductive comparativ cu martorul netratat (tab. 4). În anul 2016, greutatea medie a unui fruct a înregistrat valori de la 118,3 g în varianta martor până la 144,4 g în V4, unde s-a aplicat regulatorul de creștere Geramid New în doza de 1,5 l/ha, când fructul central atinge în diametru 4-7 mm. În variantele V2, V3 și V5 greutatea medie a unui fruct de asemenea depășește semnificativ martorul și se află la nivelul variantei V4.

În anul 2017, greutatea medie a unui fruct este mai mică comparativ cu anul 2016 și constituie de la 103 g în V1 până la 142,7 g în V2, unde rădarea manuală a fructelor s-a efectuat după căderea fiziologică, când fructele ating în diametru 16-18 mm.

Aceleași constatări s-au făcut și pentru anul 2018, în sensul că rădarea manuală a fructelor și utilizarea regulatorilor de creștere măresc greutatea medie a unui fruct, iar sporurile de greutate medie ale unui fruct în variantele tratate sunt distinct semnificative față de cele din varianta martor. Aceste date confirmă rezultatele obținute de Balan și colaboratorii săi (2019) privind creșterea greutății fructelor după utilizarea soluției de uree 46 % în concentrație de 0,4-0,6% la etapa când 75% din flori au căzut. Rezultate similare de creștere a greutății fructelor au fost raportate de Peșteanu A., Calestru O. (2017) și Vămășescu S. (2018) după utilizarea regulatorilor de creștere la soiurile de măr Golden Reinders, altoit pe portaltoiul M9, și Golden Delicious și Idared, altoite pe portaltoiul M106.

Diametrul fructelor. În anul 2018, diametrul mediu al unui fruct a înregistrat valori de la 49,8 mm în varianta martor până la 77,5 mm în V3, unde s-a aplicat uree 46% N în doza de 6 kg/ha. În variantele V2, V4 și V5, unde s-au utilizat rădarea manuală și regulatorii de creștere Geramid New, 1,5 l/ha, și Dira Max LG, 2 l/ha, diametrul mediu al unui fruct de asemenea depășește distinct semnificativ martorul și constituie 71,9-73,5 mm (tab.5).

Tabelul 5. Influența metodei de rădare a organelor reproductive asupra distribuirii fructelor la soiul Golden Delicious în funcție de diametrul lor

Varianta	Diametrul mediu, mm	Diametrul fructelor, mm						
		<55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	>80
		Ponderea fructelor, (%)						
V1-Martor netratat	49,8	47,9	25,5	21,5	5,1	-	-	-
V2-Rădarea manuală	73,5	-	-	2,8	8,4	68,1	15,1	5,6
V3-Uree 46% N, 6 kg/ha	77,7	-	-	1,8	3,5	59,8	27,8	7,1
V4-Geramid New, 1,5 l/ha	71,9	-	-	3,5	18,5	66,0	12,0	-
V5-Dira Max LG, 2 l/ha	72,3	-	-	1,3	15,6	61,6	21,5	-
DL, 5 %	5,12	-	-	-	-	-	-	-

Analizând datele cu privire la diametrul mediu al unui fruct la soiul Golden Delicious, putem concluda că rădarea manuală după căderea fiziologică din iunie, precum și utilizarea soluției de uree 46 % N, când 75% din flori au căzut, și a regulatorilor de creștere Geramid New, când fructul central atinge în diametru 4-7 mm, și Dira Max LG, 2 l/ha, când fructul central atinge în diametru 10-15 mm, asigură o creștere semnificativă a diametrului fructelor.

Diametrul fructelor la soiul Golden Delicious în momentul recoltării este direct influențat de tratamentele aplicate cu regulatori de creștere, care determină nu numai numărul și greutatea lor (tab. 4), dar și distribuția fructelor după mărime (tab. 5). Din cercetările efectuate asupra ponderii fructelor după diametru

rezultă că majoritatea fructelor (47,9 %) în varianta martor au un diametru mai mic de 55 mm și numai 5,1 % au diametrul 66-70 mm. Aceste fructe, după mărime, nu pot fi atribuite la categoria extra și categoria I. În cazul răririi manuale (V2), ponderea fructelor cu diametrul mai mare de 71-75 mm a crescut simțitor și constituie 68,1 %, iar numărul fructelor cu diametrul 76-80 mm și mai mare de 80 mm constituie 15,1 % și, respectiv, 5,6 %. Aceasta se datorează faptului că fructele au fost repartizate uniform în coroană. Numai 2,8 % dintre fructele acestei variante sunt cu diametrul de 61-65 mm, iar 8,4 % cu diametrul de 66-70 mm.

Și utilizarea regulatorilor de creștere a favorizat creșterea fructelor. Spre exemplu, în varianta tratată cu uree 46 % N în doza de 6 l/ha, cea mai mare pondere – 59,8 % – au avut-o fructele cu diametrul de 71-75 mm, 27,8 % din fructe au avut 76-80 mm, 7,1 % au avut peste 80 mm și numai 5,3 % din fructe sunt de 61-70 mm. Astfel, ureea 46% N aplicată în faza înfloririi are efect dublu, atât de rărire a florilor, cât și de creștere a fructelor. Cea mai mare cantitate de fructe (89,8 %) se atribuie la categoria extra și la categoria I.

În varianta V4, tratată cu Geramid New, 1,5 l/ha, fructele cu diametrul de 71-75 mm constituie 66,0 % și numai 22 % fructe au avut 61-70 mm în diametru. O distribuție asemănătoare în sensul măririi masei de fructe de categoria extra și categoria I s-a înregistrat și la tratarea pomilor cu regulatorul de creștere Dira Max LG, 2 l/ha, constituind peste 80 %.

Rezultate similare de creștere a diametrului fructelor au fost înregistrate de Vămășescu S. (2018) la soiurile Golden Delicious și Idared, altoite pe M106, cu utilizarea soluției de uree 46% N în concentrație de 0,4-0,6 %, și Peșteanu A., Calestru O. (2017) cu regulatorul de creștere Geramid New în doza de 1,5-2 l/ha la soiul Golden Reinders, altoit pe portaltoiu M9, aplicat când 75-80 % din flori au căzut.

Recolta de fructe. Analizând datele cu privire la producția de fructe (fig. 2) la pomii de măr de soiul Golden Delicious, putem menționa că cele mai mari producții, distincte semnificativ, au fost obținute în varianta martor. În anul 2016, recolta de fructe în varianta martor a constituit 38,8 t/ha, iar în V2, unde s-a aplicat răriră fructelor după căderea fiziologică din iunie, recolta a fost de 27,6 t/ha. În cazul tratării cu uree 46% N (V3), Geramid New (V4) și Dira Max LG (V5), recolta de fructe este de 26,1-31,6 t/ha.

În anul 2017, recolta medie de fructe s-a majorat simțitor (41,9 t/ha) comparativ cu anul 2016, când s-au obținut 30,8 t/ha. Indiferent de substanța activă a regulatorilor de creștere, în toate variantele tratate recolta de fructe a fost semnificativ mai mică comparativ cu pomii netratați. Aceasta se explică prin faptul că numărul de fructe în variantele tratate s-a micșorat datorită răririi manuale a fructelor, când au atins diametrul de 16-18 mm (V2), datorită răririi florilor când 75% din flori sunt deschise (V3) și răririi chimice a fructelor când fructul central a atins diametrul de 4-7 mm (V4) și 10-15 mm (V5).

Și pentru anul 2018 se pot face aceleași concluzii. Răriră manuală a fructelor și utilizarea regulatorilor de creștere micșorează recolta de fructe distinct semnificativ cu 11,6-19,2 %. Astfel, în anul respectiv, recolta în varianta martor a fost de 35,4 t/ha, iar în variantele tratate (V2, V3, V4, V5) a constituit 28,4-31,3 t/ha.

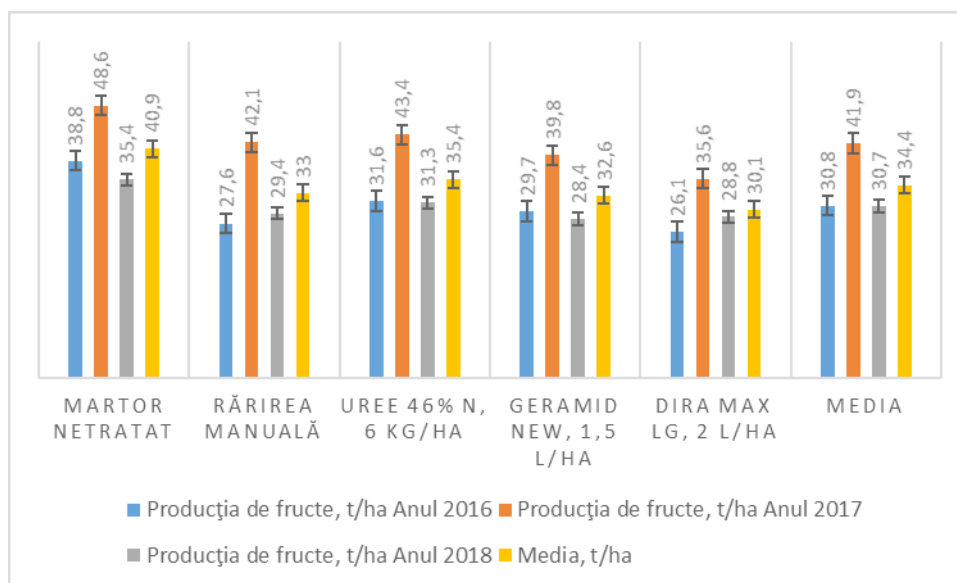


Figura 3. Productivitatea plantațiilor de măr de soiul Golden Delicious în funcție de modul de rărire a organelor reproductive

Analizând recolta pe trei ani, se poate constata că pomii de soiul Golden Delicios, altoiți pe portaltoiul M9, la vârsta de 8-10 ani fructifică constant, iar media recoltei constituie 34,4 t/ha. Rărirea manuală a fructelor a micșorat recolta de fructe cu 19,3 %, iar utilizarea regulatorilor de creștere de asemenea a redus producția de fructe cu 13,5 %, în cazul soluției de uree 46% N, 6 kg/ha, cu 20,3 % la tratarea cu Geramid New, 1,5 l/ha, și cu 26,4 % la stropirea cu soluție de Dira Max LG, 2 l/ha. Pe de altă parte, în variantele tratate a crescut considerabil calitatea fructelor de categoria I și extra (89,8 %).

CONCLUZII

Cercetările întreprinse au făcut posibilă analiza modului în care regulatorii de creștere influențează asupra fructificării la soiul Golden Delicious, altoit pe M9, în condiții normale de diferențiere a mugurilor, de înflorire și legare a fructelor, atunci când pomii au o încărcătură uniformă cu organe reproductive.

În perioada de rodire și creștere a pomilor (8-10 ani), pentru asigurarea creșterii recoltei durabile este necesar de utilizat regulatori de creștere în funcție de intensitatea de diferențiere a mugurilor de rod și de condițiile climatice. Utilizarea ureei 46% N, 6 kg/ha, are efect atât de rărire a florilor, cât și de creștere a fructelor, nu este poluantă și poate fi aplicată fără a lua în calcul diametrul fructelor și condițiile climatice în momentul tratării și mai târziu.

Utilizarea regulatorilor de creștere în perioadele nominalizate reduce semnificativ numărul de fructe la pom (64-110 bucăți/pom), asigură o creștere semnificativă a greutatei medii a unui fruct (135,4-144,4 g) și o creștere esențială a diametrului fructelor (peste 85 % din fructe sunt de categoria I și extra).

Pomii de soiul Golden Delicious, altoiți pe portaltoiul M9, la vârsta de 8-10 ani fructifică constant, recolta medie constituind 34,4 t/ha. Rărirea manuală a fructelor a micșorat recolta cu 19,3 %, iar utilizarea regulatorilor de creștere de asemenea a redus producția de fructe cu 13,5 - 26,4 %, dar s-a mărit cantitatea fructelor (89,8 %) de categoria I și extra. Este posibil să apară reduceri și mai drastice ale randamentului în anii ploioși și cu temperaturi scăzute în timpul înfloririi și legării fructelor.

Luate împreună, rezultatele obținute ne permit să concluzionăm că, pe parcursul anilor 2016-2018, tratamentele cu regulatorii de creștere au îmbunătățit semnificativ calitatea fructelor. Efectul normării încărcăturii de rod la soiul Golden Delicious, altoit pe M9, a afectat pozitiv distribuția fructelor în coroană, greutatea medie și diametrul fructelor, reducând numărul de fructe pe pom fără a afecta esențial randamentul pomilor, de asemenea asigurând producții de fructe constante și de calitate.

Ureea 46% N este un fertilizant eficient de rărire la înflorire, poate fi utilizată cu ușurință în toate tipurile de livezi în doza de 6 kg/ha (la 1000 l apă), permițând selecția fructelor legate, care se dezvoltă în fructe uniforme. Se aplică la etapa când 75 % din flori sunt deschise până la scuturarea petalelor primelor flori, distrugând stigmatul și polenul florilor deschise și pârjolind petalele la cele nedeschise.

Utilizarea regulatorilor de creștere la normarea încărcăturii de rod la specia măr constituie o abordare practică pentru îmbunătățirea randamentului, a calității și a distribuției fructelor după mărime, precum și a efectelor culturii în această combinație de soi/portaltoi. Sunt necesare însă cercetări pe termen lung pentru a evalua efectele regulatorilor de creștere asupra randamentului și, mai ales, a depunerii și a diferențierii mugurilor de rod.

RECUNOAȘTERI

Acest studiu a fost susținut de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova prin intermediul proiectului 18.817.05.29A „Perfecționarea tehnologiilor de întreținere a livezilor superintensive de cireș și măr, elaborarea tehnicilor de formare a calității fructelor pe plan European”.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V. (2012). Pomicultura. Chișinău. 664 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
2. BABUC, V., GUDUMAC, E., PEȘTEANU, A., CUMPANICI, A. (2013). Producerea merelor: manual tehnologic, Chișinău. 240 p. ISBN 978-9975-80-590-2.
3. BALAN, V., VAMAȘESCU, S. (2018). Procedeu de rărire a florilor pomului de măr. Brevet de invenție MD 1230 Z 2018.09.30.
4. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S. (2013). Influența metodei de rărire a fructelor asupra producției și calității acestora din cv Golden Delicious. In: Agricultura Moldovei, nr. 6-7, pp. 20 -24. ISSN 0582-5229.

5. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S., PEȘTEANU, A., BALAN, P. (2019). Influența fertilizării foliare asupra răririi fructelor și recoltei la soiul de măr Golden Delicious. In: Știința Agricolă, nr. 1, pp. 47-51. ISSN 1857-0003.
6. BOTU, I., BOTU, M. (2003). Pomicultura modernă și durabilă. Râmnicu –Vâlcea: Editura Conphys. ISBN 973-8488-14-4.
7. CIMPOIEȘ, Gh. (2012). Cultura mărului. Chișinău: Bonus Offices. 382 p. ISBN 978-9975-80-547-6.
8. DRĂGĂNESCU, E. (2001). Pomologie. Timișoara. 295 p. ISBN 973-585-542-9
9. GHENA, N., BRANIȘTE, N., STĂNICĂ, F. (2004). Pomicultura generală. București: Editura Matrix Rom. 555 p. ISBN 973-685-844-8.
10. PEȘTEANU, A., CALESTRU, O. (2017). Reglarea încărcăturii de rod la pomii de măr de soiul golden rein- ders prin diverse metode de rărire. In: Știința Agricolă, nr. 2, pp. 37-42. ISSN 1857-0003.
11. ROBINSON, T., LAKSO, A., STOVER, E., HOYING, S. (1998). Practical apple thinning programs for New York. In: New York fruit quarterly, vol. 6, pp. 14-18.
12. STOPAR, M. (2006) Thining of Fuji apple trees with Ethephon, NAD and BA, alone and in combination. In. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, vol. 14, pp. 39-45. ISSN 1231-0948.
13. THERON, K.I. (2013). Chemical thinning of apple: South African perspective. In: Acta Horticulturae, vol. 998, pp. 85-90. ISSN 0567-7572.
14. VĂMĂȘESCU, S. (2018). Aspecte ale interacțiunii dintre fertilizare foliară și rărire asupra producției de măr. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 42: Horticultură, viticultură și vinificație, silvicultură și grădini publice, protecția plantelor, pp. 49-54. ISBN 978-9975-64-296-5.
15. VĂMĂȘESCU, S. (2018). Sporirea cantității și calității producției de mere prin aplicarea fertilizării și normării încărcăturii cu rod: Autoreferatul tezei de doctor în agricultură. Chișinău. 29 p.
16. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1985). Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 351 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

BALAN Petru

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

E-mail: balanpetru@mail.ru

Data prezentării articolului: 20.03.2020

Data acceptării articolului: 30.04.2020

DOI: 10.5281/ZENODO.3884002

CZU: 634.11: 631.526.1

EFICACITATEA NORMĂRII ÎNCĂRCĂTURII DE ROD LA UNELE SOIURI DE MĂR ÎN PERIOADA PRECOCE DE DEZVOLTARE A ORGANELOR REPRODUCTIVE

Ananie PEȘTEANU, Oleg Calestru

Abstract. The study subject of the experience were Golden Reinders and Gala Buckeye apple varieties, grafted on M9. The trees were trained as a slender spindle system. The distance of plantation is 3.5 x 0.8 m. The experiment was conducted during the period of 2018 year. This study had the aim to determine the efficacy of different methods of thinning on the reproductive organs in the early phase. For thinning apple fruits the following variants were experimented: 1. Control – without treatment; 2. Manual thinning; 3. Geramid New, 1,2 l/ha; 4. Geramid New, 1,5 l/ha; 5. Geramid New, 1,8 l/ha. During the research the following indices were studied: the number of blossom clusters after thinning, mean fruit weight, yield, average fruit diameter and size classes based on their diameter. It was established that, the good effect of thinning was noticed in the variety Gala Buckeye after application of Geramid New, 1,2 l/ha and the variety Golden Reinders with Geramid New, 1,8 l/ha when the size of the central flower of the inflorescence has a diameter of 4-5 mm.

Key words: Apple; Growth regulator; Thinning; Quality; Yield.

Rezumat. Obiect al cercetărilor au fost pomii de măr din soiurile Golden Reinders și Gala Buckeye, altoite pe M9. Pomii au fost conduși ca fus subțire ameliorat. Distanța de plantare a fost de 3,5 x 0,8 m. Cercetările s-au efectuat în perioada anului 2018. Scopul acestui studiu a fost de a determina eficacitatea diferitor metode de rărire a organelor reproductive în fază precoce. Pentru răirirea fructelor au fost elaborate 5 variante, în care s-au experimentat următoarele metode și doze de tratare: 1) martor, fără rărire; 2) rărire manuală; 3) Geramid New, 1,2 l/ha; 4) Geramid New, 1,5 l/ha; 5) Geramid New, 1,8 l/ha. Pe parcursul cercetărilor s-a studiat numărul de inflorescențe după rărire, greutatea medie a fructelor, randamentul, diametrul mediu al fructelor pe clase de diametru. O eficiență mai înaltă a răririi la soiul Gala Buckeye a fost înregistrată după utilizarea produsului Geramid New în doza 1,2 l/ha, iar la soiul Golden Reinders – Geramid New cu 1,8 l/ha, aplicate când mărimea fructului central din inflorescență avea un diametru de 4-5 mm.

Cuvinte-cheie: Măr; Regulator de creștere; Rărire; Calitate; Randament.

INTRODUCERE

În ultimele decenii, pe plan european, cultura mărului a suportat mari transformări privind sortimentul și tehnologia cultivării, atingând astăzi performanțe remarcabile în țări ca Italia, Franța, Germania, Olanda, Polonia etc. (Babuc, V. et al. 2013; Cimpoieș, Gh. 2012; Ilie, A. 2016).

În cadrul secvențelor tehnologice utilizate într-o plantație modernă de măr, normarea încărcăturii de rod reprezintă o măsură agrotehnică care influențează în mod direct obținerea recoltelor constante, înalte și de calitate competitivă (Balan, V. et al. 2019; Hiroshi, I. et al. 2018; Peșteanu, A. 2015a).

Termenul declanșării normării încărcăturii de rod se răsfrânge asupra greutateii medii și diametrului fructelor, care descresc odată cu îndepărtarea momentului răririi organelor reproductive de la înflorirea pomilor (Balan, V., Vămășescu, S. 2018; Dennis, F.G. 2000; Dorrigoni, A., Lezzer, P. 2007; Johnson, D.S. 1994).

În afară de efectele pozitive asupra calității fructelor, normarea timpurie a organelor reproductive acționează direct și asupra diferențierii mugurilor de rod, a gradului de înflorire în anul viitor, adică asupra recoltei potențiale de perspectivă (Balan, V., Vămășescu, S. 2011; Greene, D.W. 2002; Peșteanu, A. 2015b).

Prima etapă a normării încărcăturii de rod trebuie efectuată în primele 20-30 zile după înflorit, folosindu-se doar regulatori de creștere (Cimpoieș, Gh. 2012; Balan, V., Vămășescu, S. 2015; Peșteanu, A. 2015a).

La normarea încărcăturii de rod în faze precoce se utilizează produse pe bază de auxină, care au acțiune moderată de rărire a organelor reproductive și pot fi folosite în perioada cu umiditate sporită și temperaturi scăzute. Acestea favorizează absorbția substanțelor și măresc intensitatea răririi chimice. Produsele pe bază de auxină provoacă o puternică și prelungită inhibare a dezvoltării embrionului, iar aplicate în timpul înfloririi împiedică fecundarea, fructele nu formează semințe și cad. Acțiunea acestor produse este selectivă, astfel că se stopează, în primul rând, dezvoltarea fructelor cu un număr mai mic

de semințe, datorită fecundării incomplete, și a celor de pe formațiuni de rod cu dezvoltare mai slabă (Babuc, V. et al. 2013; Vămășescu, S., Balan, V. 2015; Stopar, M. 2000).

Dintre produsele cu conținut de auxine, pentru rădirea chimică precoce a organelor reproductive, pomicul-torii utilizează regulatori de creștere al căror ingredient activ este acidul alfanaftilacetamid – Amid Thin W, Diramid, Geramid New (Peșteanu, A. 2013a). Dintre aceste produse, la etapa actuală, în Republica Moldova este omologat doar produsul Geramid New în doza 150-200 ml/ha, care se utilizează când s-a înregistrat căderea a 80% din petale plus 2-3 zile, adică atunci când diametrul fructului central constituie 4-5 mm. Trebuie să se țină cont că fiecare grupă de soiuri are particularități biologice specifice și nu poate fi recomandată aceeași cantitate de produs la normarea încărcăturii de rod, deoarece se pot înregistra consecințe negative, cum ar fi fructele „pygma” sau rădirea excesivă a organelor reproductive (Peșteanu, A. 2013a).

Argumentarea practică a cercetării de față constă în stabilirea celor mai raționale doze de tratare cu regulatorul de creștere Geramid New, utilizat cât mai devreme la rădirea organelor reproductive la pomii de măr din soiurile Golden Reinders și Gala Buckeye, pentru programarea recoltelor constante de fructe calitative.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările au fost efectuate pe parcursul anului 2018 prin înființarea unei experiențe în condiții de câmp în livada superintensivă de măr a întreprinderii SRL „Domulterra”. Plantarea livezii s-a efectuat în primăvara anului 2014, cu pomi cu coroană de tipul knip boom de categorie „Certificat”, produși în pepiniera pomicolă „Griba”, Italia.

În perioada respectivă s-a studiat influența unor doze diferite ale regulatorului de creștere Geramid New aplicat la normarea încărcăturii de rod la pomii din soiurile Golden Reinders și Gala Buckeye, altoite pe portaltoiul M9 (tab. 1). Distanța de plantare a constituit 3,5x0,8 m.

În varianta întâi n-a fost efectuată niciun fel de intervenție asupra organelor reproductive din coroana pomilor.

Tabelul 1. Schema experienței pentru studierea metodelor și a dozei aplicate de Geramid-New la normarea încărcăturii de rod la pomii de măr

Variantele experienței	Ingredient activ	Modul de aplicare
Martor, fără rădire	-	-
Rădire manuală	-	Rădirea manuală a fructelor s-a efectuat după căderea fiziologică a lor, când fructele aveau 1,5-2,0 cm în diametru
Geramid New, 1,2 l/ha	NAD (44,8 g/l)	Stropire, la căderea a 80% petale +2-3 zile
Geramid New, 1,5 l/ha		
Geramid New, 1,8 l/ha		

În varianta a doua, normarea încărcăturii de rod s-a efectuat prin rădirea manuală. Metoda s-a aplicat după căderea fiziologică a fructelor, când acestea ajungeau la 1,5-2,0 cm în diametru. Luând în considerare potențialul pomilor și calculele efectuate, se recomandă să fie lăsate în coroană 100-110 fructe, acestea constituind cantitatea optimă. Pe parcursul răririi manuale s-au înlăturat fructele gemene, cele mici, deformate, afectate de boli și cele slab iluminate. În inflorescență s-a lăsat câte un fruct amplasat la distanța de 10-15 cm unul de la altul (Babuc, V. et al. 2013).

În variantele a treia, a patra și a cincea, în conformitate cu schema experienței (tab. 1), s-a efectuat câte o singură tratare (la 03.05.2018) cu regulatorul de creștere Geramid New în dozele 1,2 l/ha, 1,5 l/ha și, respectiv, 1,8 l/ha, la etapa când 80% din petale au căzut plus 2-3 zile.

Tratarea pomilor s-a efectuat cu stropitoarea portabilă dimineața, în orele fără vânt. Temperatura aerului în perioada tratărilor cu regulatorul de creștere Geramid New a fost de +18°C, iar umiditatea relativă a aerului în atmosferă – de 63%.

Fiecare variantă include 4 repetiții amplasate pe teren după sistemul pătratul latin, numărul de pomi în repetiție – 8. Cantitatea de soluție folosită la un pom a constituit 0,3 litri, având în vedere numărul de pomi la o unitate de suprafață și cantitatea de apă recomandată de 1000 l/ha.

Cercetările au fost efectuate în condiții de câmp și de laborator după metodologia acceptată de îndeplinire a experiențelor la culturile pomicole cu regulatorii de creștere.

Prelucrarea statistică a datelor pentru indicii principali s-a efectuat prin metoda de analiză a dispersiei, cu utilizarea calculatorului.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În urma cercetărilor efectuate, constatăm că, în anul care a precedat fructificarea, pomii din soiurile Golden Reinders și Gala Buckeye au diferențiat o cantitate suficientă de muguri de rod, care, după tăierea din perioada de repaus, în primăvara anului 2018 au condus la formarea a 170-181 și, respectiv, 179-190 de inflorescențe în coroană (tab. 2). Numărul inflorescențelor demonstrează un coraport echilibrat între procesele de creștere și fructificare și permite montarea experiențelor pentru studierea metodei de rărire și a dozei optime de Geramid New folosit la normarea încărcăturii de rod.

Tabelul 2. Numărul inflorescențelor totale (NIT), legate (NIL) în coroana pomilor de măr și ponderea fructelor într-o inflorescență, anul 2018

Variantele experienței	NIT, bucăți/pom	NIL, bucăți/pom	Ponderea fructelor într-o inflorescență, %			
			1 buc.	2 buc.	3 buc.	>4 buc.
Soiul Golden Reinders						
Martor, fără rărire	177	132	41,7	22,8	26,6	8,9
Rărire manuală	173	98	98,0	2,0	-	-
Geramid New, 1,2 l/ha	170	88	72,8	5,7	17,1	-
Geramid New, 1,5 l/ha	181	89	85,4	10,1	4,5	4,4
Geramid New, 1,8 l/ha	179	90	93,4	5,6	1,1	-
Soiul Gala Buckeye						
Martor, fără rărire	183	142	42,3	21,3	21,1	14,1
Rărire manuală	186	95	95,8	3,1	1,1	-
Geramid New, 1,2 l/ha	179	96	93,8	4,1	2,1	-
Geramid New, 1,5 l/ha	190	89	74,2	13,4	7,9	4,5
Geramid New, 1,8 l/ha	177	85	62,4	18,9	11,8	6,9

Investigațiile efectuate au scos în evidență că metoda de normare a încărcăturii de rod și doza de tratare cu regulatorul de creștere Geramid New, ca produs pentru răirirea chimică a fructelor, au avut o influență diferită asupra soiurilor cercetate.

Dacă, de exemplu, în varianta martor, unde nu s-a efectuat tratarea pentru răirirea fructelor, raportul dintre numărul inflorescențelor legate și al celor totale a constituit 74,6% și, respectiv, 77,6%, atunci în varianta a doua, după normarea încărcăturii de rod prin răirirea manuală a fructelor, indicele în cauză a constituit 56,7% și, respectiv, 51,1%.

Pentru a modera în continuare gradul de legare a fructelor din soiurile luate în studiu Golden Reinders și Gala Buckeye, s-a efectuat normarea încărcăturii de rod prin răirirea chimică cu regulatorul de creștere Geramid New, aplicat cu dozele 1,2 l/ha, 1,5 l/ha și 1,8 l/ha.

Conform datelor din tabelul 2, regulatorul de creștere Geramid New a influențat diferit numărul de inflorescențe legate. În cazul aplicării produsului cu doza 1,2 l/ha, ponderea inflorescențelor legate la pomii din soiul Golden Reinders a constituit 51,8%, cu 22,8% mai puțin în comparație cu varianta martor. La pomii din soiul Gala Buckeye indicele în cauză a constituit 53,6%, în scădere cu 24,0%.

În cazul variantelor unde tratarea s-a efectuat cu produsul Geramid New în doza de 1,5 l/ha și 1,8 l/ha, indicatorul studiat n-a înregistrat devieri esențiale în comparație cu varianta cu Geramid New în doza de 1,2 l/ha.

În afară de indicatorii menționați mai sus, metoda de rărire și doza de preparat au acționat și asupra ponderii fructelor într-o inflorescență. O amplasare mai rațională a fructelor într-o inflorescență la pomii din soiul Golden Reinders a fost înregistrată în varianta cu rărire manuală și în varianta tratată cu Geramid New în doza 1,8 l/ha, unde 98,0% și, respectiv, 93,4% din fructe sunt câte unul în inflorescență, 2,0% și, respectiv, 5,6% fructe sunt câte două, iar 1,1% fructe sunt câte trei în inflorescență.

În varianta cu utilizarea regulatorului de creștere Geramid New în doza 1,5 l/ha, indicele în cauză a sporit în favoarea inflorescențelor cu un număr mai mare de fructe, constituind valori de 85,4%, 10,1% și, respectiv, 4,5%.

În cadrul variantelor cu rărire chimică, o creștere a ponderii numărului mai mare de fructe într-o inflorescență a fost înregistrată la cea cu pomii tratați cu Geramid New în doza 1,2 l/ha, unde 72,8% din inflorescențe au format câte un fruct, 5,7% câte două fructe, 17,1% câte trei, iar 4,4% câte patru fructe.

În varianta martor, unde nu s-a efectuat rădarea organelor reproductive, 8,9% din inflorescențe au format câte patru fructe, 26,6% câte trei fructe, 22,8% câte două și 47,1% câte un fruct.

La pomii din soiul Gala Buckeye, o pondere mai rațională a fructelor într-o inflorescență constatăm în varianta tratată cu regulatorul de creștere în doza 1,2 l/ha, la 95,8% din inflorescențe fructele fiind amplasate câte unul, la 4,1% câte două și la 2,1% câte trei fructe. Valori similare au fost înregistrate și în varianta cu rădare manuală, unde indicele în studiu a constituit 95,8%, 3,1% și, respectiv, 1,1%.

Majorarea dozei de Geramid New la 1,5 l/ha a diminuat ponderea inflorescențelor cu câte un fruct în favoarea celor cu două și mai multe fructe. În varianta dată, la 74,2% din inflorescențe s-a înregistrat câte un fruct, la 13,4% câte două fructe, la 7,9% câte trei și la 4,5% câte patru fructe. Această distribuție este valabilă și pentru varianta cu Geramid New de 1,8 l/ha, unde indicele în studiu a constituit 62,4%, 18,9%, 11,8% și, respectiv, 6,9%.

În varianta martor, unde nu s-a efectuat rădarea, la 14,1% din inflorescențe s-au înregistrat câte patru fructe, la 21,1% câte trei fructe, la 21,9% câte două și la 42,3% câte un fruct în inflorescență. În varianta cu rădare manuală, ponderea fructelor în inflorescență a fost similară cu cea din varianta tratată cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,2 l/ha.

Normarea încărcăturii de rod prin aplicarea produsului Geramid New în doza 1,8 l/ha la pomii din soiul Golden Reinders și în doza 1,2 l/ha la pomii din soiul Gala Buckeye a influențat pozitiv ponderea inflorescențelor cu un număr redus de fructe, care, practic, nu s-a deosebit esențial de varianta cu rădare manuală.

Roada și parametrii de calitate sunt indicii care ne demonstrează oportunitatea îndeplinirii lucrărilor agrotehnice și a altor operațiuni tehnologice în plantațiile de măr.

Investigațiile efectuate privind influența diferitor metode de rădare și a dozei de tratare a pomilor cu regulatorul de creștere Geramid New asupra numărului de fructe la 100 de inflorescențe în coroana pomilor au arătat rezultate diferite între variantele luate în studiu.

Valori mai mari ale numărului de fructe la 100 de inflorescențe (fig. 1) în coroana pomilor din soiul Golden Reinders se atestă în varianta martor, unde nu s-a efectuat rădarea organelor reproductive – 151 de bucăți. În continuare, în ordine descrescândă, se plasează varianta cu Geramid New în doza 1,2 l/ha – 86 de bucăți, varianta cu rădare manuală și cea tratată cu regulatorul de creștere în doza 1,5 l/ha – câte 58 de bucăți și varianta cu Geramid New în doza 1,8 l/ha – 54 buc.

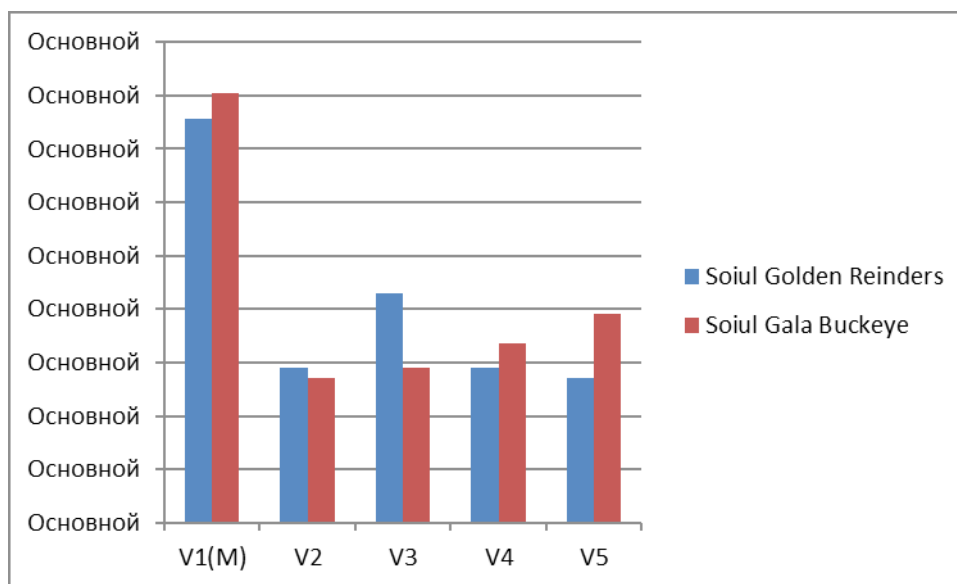


Figura 1. Influența metodei de rădare și a dozei de tratare cu Geramid New asupra numărului de fructe la 100 de inflorescențe, bucăți

În cazul pomilor din soiul Gala Buckeye, un număr mai mare de fructe la 100 de inflorescențe s-a înregistrat în varianta martor - 162 buc, urmată de varianta cu Geramid New în doza 1,8 l/ha – 78 de bucăți, varianta cu Geramid New în doza 1,5 l/ha – 67 de bucăți, varianta cu Geramid New în doza 1,2 l/ha – 58 de bucăți și varianta cu rădare manuală – 54 de bucăți.

Numărul de fructe din coroana pomilor din soiurile Golden Reinders și Gala Buckeye este de asemenea influențat de metoda de rărire și de doza de produs administrată la tratare.

Investigațiile efectuate scot în evidență că un număr mai mare de fructe la pomii din soiul Golden Reinders a fost înregistrat în varianta unde nu s-a efectuat răirirea – 268 bucăți/pom. În continuare, cu valori mai mici, se plasează variantele cu utilizarea regulatorului de creștere Geramid New în doza 1,2 l/ha – 147 bucăți/pom, în doza 1,5 l/ha – 106 bucăți/pom, varianta cu rărire manuală – 100 bucăți/pom și varianta cu Geramid New în doza 1,8 l/ha – 97 bucăți/pom (tab. 3).

Calitatea fructelor este direct corelată cu greutatea medie a unui fruct. Cercetările demonstrează că regulatorul de creștere Geramid New, utilizat pentru răirirea chimică a fructelor în doze diferite, a avut o influență esențială asupra calității producției.

Dacă, de exemplu, în varianta martor, unde nu s-a efectuat normarea încărcăturii de rod, greutatea medie a unui fruct de soiul Golden Reinders a constituit 68,1 g, atunci în celelalte variante indicele dat a variat de la 109,4 până la 161,0 g. Cele mai mici valori ale greutății medii a fructului au fost în varianta tratată cu Geramid New în doza 1,2 l/ha – 109,4 g, valori medii în varianta cu Geramid New în doza 1,5 l/ha – 150,0 g, iar cele mai mari valori s-au înregistrat în varianta cu rărire manuală – 159,4 g și cu Geramid New în doza 1,8 l/ha – 161,0 g. Tratarea cu Geramid New în doza 1,2 l/ha a influențat vădit indicele în studiu, mai multe fructe de tip „pygma” fiind observate în coroana pomilor din această variantă.

Studiind dinamica greutății medii în cadrul variantelor cu rărire chimică, constatăm o majorare cu 47,2% a indicelui investigat în cazul tratării cu preparatul Geramid New în doza 1,2 l/ha, în comparație cu varianta tratată în doza 1,8 l/ha. În varianta cu rărire manuală, greutatea medie a fructelor a fost practic identică cu cea din varianta tratată cu Geramid New în doza 1,8 l/ha.

Numărul mare de fructe pe un pom în varianta martor a permis obținerea unei producții mai înalte la un pom și la o unitate de suprafață, acestea constituind 18,25 kg/pom și, respectiv, 65,17 t/ha.

O diminuare însemnată, statistic demonstrată, s-a înregistrat în celelalte variante. În varianta tratată cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,2 l/ha observăm că producția de fructe a constituit 16,08 kg/pom, iar la o unitate de suprafață – 57,42 t/ha, ceea ce este cu 7,7 t/ha mai puțin în comparație cu varianta martor. În cazul răririi manuale, producția de fructe a constituit 15,94 kg/pom și 56,92 t/ha.

În cazul tratării cu Geramid New în doza 1,5 l/ha și 1,8 l/ha, producția de fructe la un pom a constituit 15,90 kg și, respectiv, 15,62 kg, iar la o unitate de suprafață – 56,78 t/ha și, respectiv, 55,77 t/ha.

Pentru soiul Gala Buckeye, valori mai mari ale numărului de fructe au fost înregistrate în varianta martor, fără rărire – 296 bucăți/pom. Mai puține fructe s-au înregistrat în variantele cu utilizarea regulatorului de creștere Geramid New – 139 bucăți/pom la aplicarea dozei de 1,8 l/ha, 127 bucăți/pom la aplicarea a Geramid New în doza 1,5 l/ha, 104 bucăți/pom în varianta cu Geramid New în doza 1,2 l/ha și doar 100 bucăți/pom în varianta unde s-a efectuat răirirea manuală a fructelor.

Tabelul 3. Influența metodei de rărire și a dozei de tratare cu Geramid New asupra producției și parametrilor de calitate a fructelor în coroana pomilor de măr, a. 2018

Variantele experienței	Numărul de fructe, bucăți/pom	Greutatea medie, g	Producția de fructe	
			kg/pom	t/ha
Soiul Golden Reinders				
Martor, fără rărire	268	68,1	18,25	65,17
Rărire manuală	100	159,4	15,94	56,92
Geramid New, 1,2 l/ha	147	109,4	16,08	57,42
Geramid New, 1,5 l/ha	106	150,0	15,90	56,78
Geramid New, 1,8 l/ha	97	161,0	15,62	55,77
LDS 5%	12,3	8,4	0,87	2,9
Soiul Gala Buckeye				
Martor, fără rărire	296	59,0	17,47	62,38
Rărire manuală	100	147,3	14,73	52,60
Geramid New, 1,2 l/ha	104	150,1	15,61	55,74
Geramid New, 1,5 l/ha	127	117,8	14,96	53,42
Geramid New, 1,8 l/ha	139	101,7	14,14	50,49
LDS 5%	13,4	6,9	0,80	2,8

Numărul de fructe dintr-un pom și greutatea medie a fructului sunt indici interdependenți. Dacă, de exemplu, în cazul variantei martor, greutatea medie a unui fruct din soiul Gala Buckeye a constituit 59,0 g, atunci în celelalte variante indicele în studiu a variat între 101,7 și 150,1 g. O greutate medie mai mică a fructului a fost înregistrată în varianta cu Geramid New în doză 1,2 l/ha – 101,7 g, urmând, în creștere, varianta cu Geramid New în doză 1,5 l/ha – 117,8 g, varianta cu rărire manuală – 147,3 g și varianta cu Geramid New în doză 1,2 l/ha – 150,1 g. Tratarea pomilor din soiul Gala Buckeye cu produsul Geramid New în doză 1,5 și 1,8 l/ha a blocat dezvoltarea organelor reproductive, ceea ce a condus la formarea fructelor de tip „pygma” în coroana pomilor.

Investigațiile efectuate demonstrează că răirile precoce a florilor legate, când 80% din petale au căzut plus 2-3 zile, și aplicarea dozei recomandate pentru soiul cultivat au o influență benefică asupra dezvoltării fructelor, în comparație cu celelalte variante.

Cele mai mari valori ale numărului de fructe pe un pom s-au înregistrat în varianta martor, unde, respectiv, și producția de fructe este mai înaltă, constituind 17,47 kg la un pom, și 62,38 t la o unitate de suprafață.

Tratarea pomilor cu regulatorul de creștere Geramid New în doză 1,2 l/ha a condus la scăderea producției de fructe, care a constituit 15,61 kg/pom și, respectiv, 55,74 t/ha, cu 6,64 t/ha mai puțin în comparație cu varianta martor.

În cazul măririi dozei de produs Geramid New până la 1,5 și 1,8 l/ha, producția de fructe la un pom a constituit 14,96 și, respectiv, 14,14 kg, iar la o unitate de suprafață – 53,42 și, respectiv, 50,49 t/ha. Varianta cu rărire manuală a înregistrat producții medii de fructe, de 14,73 kg/pom și 52,60 t/ha.

Producții mai mari de fructe raportate la secțiunea transversală a trunchiului la pomii din soiul Golden Reinders și soiul Gala Buckeye au fost înregistrate în varianta martor, unde indicele menționat a constituit 1,14 și, respectiv, 1,04 kg/cm² SSTT.

În cadrul pomilor din soiul Golden Reinders, în variantele tratate cu regulatorul de creștere Geramid New indicele respectiv scade și variază între 0,98 și 1,01 kg/cm² SSTT (fig. 2).

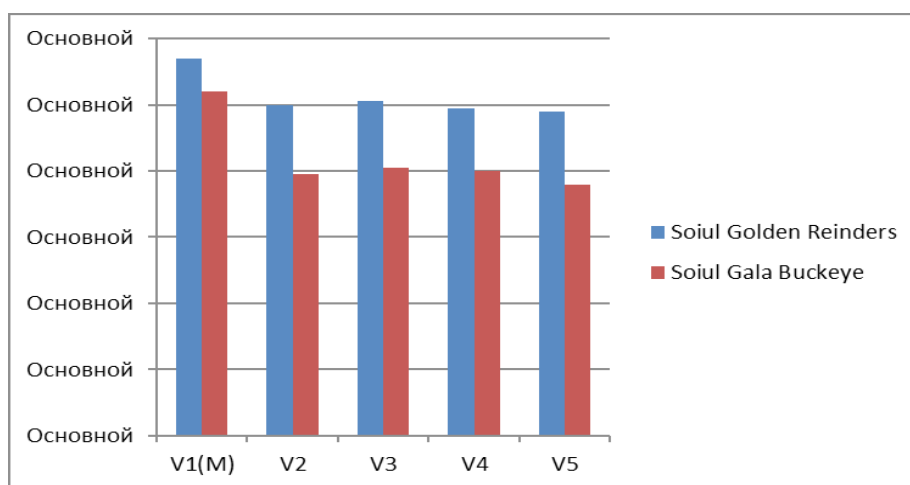


Figura 2. Influența metodei de rărire și a dozei de tratare cu Geramid New asupra producției de fructe raportate la suprafața secțiunii transversale a trunchiului (SSTT), kg/cm²

La pomii din soiul Gala Buckeye, în varianta cu rărire manuală și în cele tratate cu regulatorul de creștere Geramid New în diferite doze, indicele menționat a variat de la 0,76 până la 0,81 kg/cm² SSTT. Pentru varianta tratată cu regulatorul de creștere Geramid New în doză 1,8 l/ha și varianta cu rărire manuală, indicele studiat a fost mai mic, constituind 0,76 și, respectiv 0,79 kg/cm² SSTT. Variantele tratate cu Geramid New în doză 1,2 și 1,5 l/ha au înregistrat valori neînsemnat mai mari față de variantele precedente.

Diametrul mediu al fructelor este un indicator ce are tangență directă cu greutatea medie a producției obținute. Valori mai mici ale diametrului mediu al fructelor la pomii din soiul Golden Reinders s-au înregistrat în varianta martor, la pomii fără rărire – 53,3 mm, iar valori mai mari în varianta cu rărire manuală – 73,2 mm și în cea tratată cu produsul Geramid New în doză 1,8 l/ha – 74,0 mm. Variantele tratate cu regulatorul de creștere Geramid - New în doză 1,2 și 1,5 l/ha au înregistrat valori mai mici comparativ cu variantele precedente, de 66,8 mm și, respectiv, 72,1 mm (fig. 3).

În cadrul pomilor din soiul Gala Buckeye, un diametru mediu mai mic s-a înregistrat în varianta martor – 50,1 mm. În continuare, în creștere, s-au plasat varianta tratată cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,8 l/ha – 65,6 mm și varianta cu Geramid New în doza 1,5 l/ha – 66,2 mm. În cazul variantelor cu rărire manuală și cu Geramid New în doza 1,2 l/ha, datorită greutatei medii mai mari a unui fruct, au fost înregistrate valori mai mari și pentru diametrul fructului, care a constituit 70,7 și, respectiv, 71,5 mm.

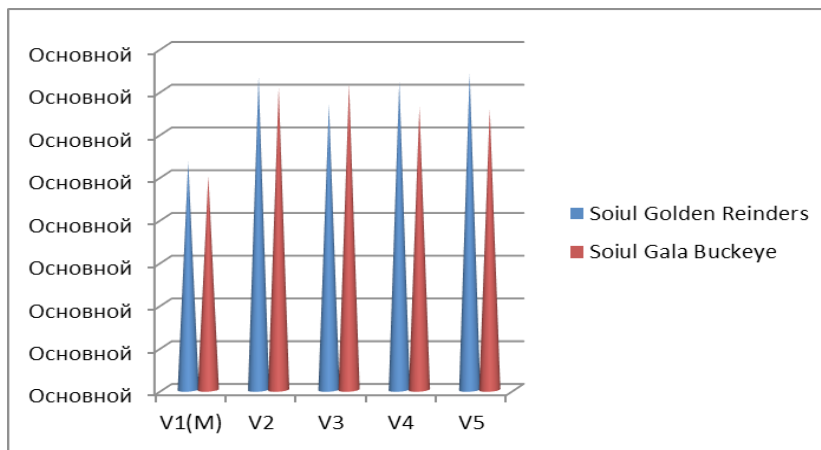


Figura 3. Influența metodei de rărire și a dozei de tratare cu Geramid New asupra diametrului mediu al fructelor de măr, mm

Studiul efectuat asupra producției de fructe și a calității ei evidențiază că, la pomii din soiul Golden Reinders, valori mai mari ale indicilor studiați s-au înregistrat în cazul utilizării pentru rărirea chimică a regulatorului de creștere Geramid New în doza 1,8 l/ha, iar la pomii din soiul Gala Buckeye – la utilizarea preparatului în doza 1,2 l/ha. Rezultatele înregistrate în variantele cu tratare chimică au fost similare cu valorile semnalate la ambele soiuri în varianta cu rărire manuală.

La baza acestor cercetări stau ipotezele savanților din țară și din străinătate privind precocitatea efectuării răririi fructelor, factor care acționează pozitiv asupra producției de fructe și calității ei (Greene, D. W. 2002, Johnson, D.S. 1994, Peșteanu, A. 2013a).

Cercetările efectuate scot în evidență corelația directă dintre numărul de fructe și diametrul lor pe variantele luate în studiu. Un număr mai mare de fructe în coroană duce la majorarea ponderii fructelor cu un diametru mai mic.

Rezultatele prezentate în tabelul 4 demonstrează că o producție mai mare de fructe de calitate mai joasă s-a obținut la pomii din soiul Golden Reinders în varianta martor, fără rărire. În varianta respectivă a prevalat ponderea fructelor cu diametrul mai mic de 55 mm, care a constituit 46,4%, a celor cu diametrul 56-60 mm alcătuind 44,1%, iar a celor de 61-65 mm – doar 9,5%. Astfel, în varianta martor nu s-au înregistrat fructe de categoria extra și categoria I de calitate.

Studiind modul în care regulatorul de creștere a influențat calitatea fructelor la pomii din soiul Golden Reinders, o distribuție mai rațională s-a înregistrat în varianta cu Geramid New în doza 1,8 l/ha. Ponderea fructelor cu diametrul mai mic de 65 mm constituie aici 6,7%, a celor cu diametrul de 66-70 mm (categoria I de calitate) – 37,8%, iar ponderea fructelor de categoria extra alcătuiește 55,5%. Astfel, în varianta dată, ponderea însumată a fructelor de categoria extra și a celor de categoria I de calitate a constituit 93,3%. Rezultate similare au fost înregistrate în varianta cu rărire manuală, unde indicele în studiu a constituit 7,9%; 38,6%; 53,5% și, respectiv, 92,1%.

Varianta tratată cu produsul Geramid New în doza 1,2 l/ha a demonstrat influența produsului asupra creșterii ponderii fructelor cu diametrul 56-70 mm (83,0%) în defavoarea celor cu diametrul mai mare de 71 mm (17,0%).

În cazul tratării pomilor din soiul Golden Reinders cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,5 l/ha, înregistrăm o creștere a ponderii de fructe în clasa cu diametrul 56-70 mm (51,9%) și o diminuare a numărului de fructe cu diametrul 71-80 mm (48,1%).

În cadrul pomilor din soiul Gala Buckeye, producții de calitate inferioară s-au obținut în varianta martor, unde ponderea fructelor cu diametrul mai mic de 55 mm constituie 54,7%, a celor cu diametrul 56-60 mm – 36,9%, iar a celor cu diametrul de 61-65 mm – numai 8,4%.

Tabelul 4. Influența metodei de rărire și a dozei de tratare cu regulatorul de creștere Geramid New asupra distribuirii fructelor în funcție de diametrul lor la pomii de măr, a. 2018

Variantele experienței	Ponderea fructelor (%) în funcție de diametrul (mm) lor					
	<55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80
Soiul Golden Reinders						
Martor, fără rărire	46,4	44,1	9,5	-	-	-
Rărire manuală	-	-	7,9	38,6	39,4	14,1
Geramid New, 1,2 l/ha	-	10,2	29,7	43,1	17,0	-
Geramid New, 1,5 l/ha	-	1,0	22,8	28,1	43,4	4,7
Geramid New, 1,8 l/ha	-	-	6,7	37,8	40,1	15,4
Soiul Gala Buckeye						
Martor, fără rărire	54,7	36,39	8,4	-	-	-
Rărire manuală	-	-	18,5	35,4	46,1	-
Geramid New, 1,2 l/ha	-	-	17,3	32,3	50,4	-
Geramid New, 1,5 l/ha	2,5	5,4	37,4	47,1	7,6	-
Geramid New, 1,8 l/ha	3,4	9,5	40,2	41,7	5,2	-

În varianta cu rărire manuală a fructelor înregistrăm o diminuare a ponderii fructelor cu diametrul de până la 65 mm (18,5%), comparativ cu varianta martor, și o majorare a celor cu diametrul mai mare de 66 mm (81,5%). Astfel, 35,4% din fructe se atribuie la categoria I de calitate, iar 41,6% – la categoria extra.

Utilizarea regulatorului de creștere Geramid New la normarea încărcăturii de rod a influențat pozitiv calitatea fructelor obținute. Astfel, în varianta tratată cu Geramid New în doza 1,2 l/ha înregistrăm o distribuie mai rațională a ponderii fructelor după diametru. În cazul variantei respective, fructele cu diametrul mai mic de 65 mm constituie 17,3%, fructele cu diametrul de 66-70 mm (categoria I de calitate) constituie 32,3%, iar la cele cu diametrul mai mare de 70 mm (categoria extra de calitate) se atribuie 50,4% din fructele. Ponderea fructelor de categoria I și extra de calitate constituie 82,7%.

Tratările cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,5 l/ha au majorat ponderea fructelor cu diametrul până la 65 mm (45,3,0%), însă au diminuat-o pe cea a fructelor cu diametrul mai mare de 66 mm, adică a fructelor de categoria I și categoria extra de calitate (54,7%). Prin comparație, majorarea dozei de produs până la 1,8 l/ha a sporit ponderea fructelor cu diametrul până la 65 mm (53,1%), dar a scăzut-o pe cea a fructelor de categoria I de calitate și de categoria extra de calitate (46,9%).

Rezultate mai convingătoare privind diametrul fructelor la soiul Golden Reinders au fost înregistrate în variantele cu rărire manuală și cu utilizarea regulatorului de creștere Geramid New în doza 1,8 l/ha, iar la soiul Gala Buckeye – în variantele unde răirirea s-a efectuat manual și cu ajutorul produsului Geramid New în doza 1,2 l/ha.

CONCLUZII

Numărul fructelor, greutatea medie a lor și producția înregistrată diferă în funcție de particularitățile biologice ale soiurilor luate în studiu, de metoda de normare a încărcăturii de rod și în funcție de doza regulatorului de creștere utilizată la răirirea fructelor.

O distribuie mai rațională a fructelor în inflorescență la pomii din soiul Golden Reinders a fost înregistrată în varianta cu rărire manuală și în cea tratată cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,8 l/ha, iar la pomii din soiul Gala Buckeye – în varianta cu rărire manuală și în cea tratată cu regulatorul de creștere Geramid New în doza 1,2 l/ha.

Metoda de normare a încărcăturii de rod și doza regulatorului de creștere utilizată la răirirea fructelor au influențat asupra ponderii fructelor de diferit diametru.

Pentru normarea încărcăturii de rod în plantațiile industriale și de fermieri, regulatorul de creștere Geramid New se va utiliza astfel: la tratarea pomilor din soiul Golden Reinders se va aplica în doza de 1,8 l/ha, iar la pomii din soiul Gala Buckeye – în doza de 1,2 l/ha. Tratarea se recomandă de efectuat la căderea a 80% din petale plus 2-3 zile, când diametrul fructului central din inflorescență atinge 4-5 mm. Stopirile se vor face la temperatura aerului nu mai joasă de +12°C și la umiditatea relativă a aerului înaltă.

În cazul când, după tratarea cu regulatorul de creștere Geramid New, au rămas mai multe fructe în coroană, se va efectua corecția manuală a fructelor.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V., PEȘTEANU, A., GUDUMAC, E., CUMPANICI, A. (2013). Producerea merelor: Manual tehnologic. Chișinău. 240 p. ISBN 978-9975-80-590-2.
2. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S., PEȘTEANU, A., BALAN, P. (2019). Influența fertilizării foliare asupra răririi fructelor și recoltei la soiul de măr Golden Delicious. In: Știința Agricolă, nr. 1, pp. 47-51. ISSN 1857-0003.
3. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S. (2011). Apple foliar surfaces in function of foliar fertilizer application. In: Scientific papers, UASVM Bucharest. Series Management, economic engineering in agriculture and rural development, vol. 11(1), pp. 5-8. ISSN 2247-3527.
4. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S. (2015). Efectul fertilizării foliare și al răririi fructelor asupra recoltei la soiul de măr Florina. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 61-66. ISSN 1857-0003.
5. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S. (2018). Procedeu de rărire a florilor pomului de măr: brevet MD nr. 1230. Data publ. 28. 02. 2018. Publ. în BOPI nr. 2/2018.
6. CIMPOIEȘ, Gh. (2012). Cultura mărului. Chișinău: Editura „Bons Offices”. 380 p. ISBN 978-9975-80-547-6.
7. DENNIS, F.G. (2000). The history of fruit thinning. In: Plant Growth Regulation, vol. 31, pp. 1-16. doi: 10.1023/A: 1006330009160.
8. DORRIGONI, A., LEZZER, P. (2007). Chemical thinning of apple with new compounds. In: Erwerbs-obstbau, vol. 49, pp. 93-96. doi: 10.1007/s10341-007-0038-8.
9. GREENE, D.W. (2002). Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. In: Hortscience, vol. 37, pp. 477-480. ISSN 0018-5345.
10. HIROSHI, I., YUKI M., CHIKAKO, H., TOSHIO, H., MASATO, W. (2018). A model for representing the relationships among crop load, timing of thinning, flower bud formation, and fruit weight in apples. In: Scientia Horticulturae, vol. 242, pp. 181-187. doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.001.
11. ILIE, A., HOZA, D., OLTENACU, V. (2016). A brief overview of hand and chemical thinning of apple fruit. In: Scientific Papers. Series B, Horticulture, vol. LX, pp. 59-64. ISSN 2285-5653
12. JOHNSON, D.S. (1994). Influence of time of flower and fruit thinning on the firmness of ‘Cox’s Orange Pippin’ apples at harvest and after storage. In: Journal of Horticultural Science, vol. 69, pp. 197-203. doi.org/10.1080/00221589.1992.11516225.
13. PEȘTEANU, A. (2013). Efficiency of Fruitlet Thinning Apple „Golden Reinders” by use Naphthylacetamide Acid (NAD). In: Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture, vol. 70, no. 1, pp. 180-186. ISSN 1843-5254.
14. PEȘTEANU, A. (2015a). Efficiency of fruitlet thinning apple „Golden Reinders” by use NAD and Ethipon. In: Analele universității din Craiova, Seria Biologie, Horticultură, Tehnologia Prelucrării Produselor Agricole, Ingineria Mediului, vol. XX (LV), pp. 125-131. ISSN 1453 - 1275.
15. PEȘTEANU, A. (2015b). Effect of thinning ”Idared” apple variety using NAD and Ethephon. In: Lucrări științifice. Seria horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară ”Ion Ionescu de la Brad”, Iași, vol. 58, nr. 1, pp. 237-243. ISSN 1454 – 7376.
16. PEȘTEANU, A. (2017). Influence of growth regulators on productivity of plantation and quality of apple fruits. In: Annals of the University of Craiova. Biology, horticulture, food products processing technology, environmental engineering, vol. XXII(LVII), pp. 215-220. ISSN 1453 - 1275.
17. STOPAR, M. (2000). Comparison of the most frequently used apple thinning compounds for the thinning of ‘Jonagold’, ‘Elstar’ and ‘Golden delicious’ apples. In: Res. rep. biot. fac. ul – Agriculture 75, pp. 89-94.
18. VĂMĂȘESCU, S., BALAN, V. (2014) Thinning and foliar fertilization influence on the yield of Idared apple cultivar. In: Scientific Papers. Series B, Horticulture, vol. LVIII, pp. 107-110. ISSN 2285-5653.

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

CALESTRU Oleg

specialist în dezvoltarea lanțului valoric al pomușoarelor, Proiectul USAID ”Agricultura Performanță în Moldova”

*Corresponding author: a.pesteanu@uasvm.md

Data prezentării articolului: 22.03.2020

Data acceptării articolului: 22.04.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3884006

CZU: 634.11:581.45

FORMAREA SUPRAFEȚEI FOLIARE LA SOIURILE NOI DE MĂR ÎN CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA

Inna BÎLICI

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. The research has been aimed to study the photosynthetic apparatus of five apple varieties recently introduced to culture in the Republic of Moldova: Gala Buckeye Simmons, Granny Smith, Red Velox, Golden Delicious Reinders and Fuji Kiku. The experiments were installed in the central area of the Republic of Moldova, in 4 random repetitions of 8 trees each one. The inter-row spacing was 3,2 m and the intra-row spacing – 0,8 m or 3900 trees/ha. The leaf area was examined separately on shoots, spurs and bourse shoots during vegetation, growth and growth-and-fruiting stages. The dynamics of leaf area formation in trees over time and during the vegetation period is correlated with the total length of shoots and the number of rosettes of leaves on the tree. During the growth stage of the trees, most of the leaf area (68,9-76,1%) is formed on shoots and only 23,9-31,1% - on spurs and bourse shoots. During the growth-and-fruiting stage of the trees, the leaf area registered identical values on the shoots and on the fruiting branches. The Granny Smith and Golden Delicious Reinders varieties registered a larger leaf area (8,85-8,34 m²/tree), compared to the Gala Buckeye Simmons and Red Velox varieties. The values of leaf area of Golden Delicious Reinders (34827 m²/ha) and Fuji Kiku (35997 m²/ha) were distinctly significant (56,1-61,4%) in comparison with the Red Velox variety (22308 m²/ha). All the studied varieties, at the age of 4-5, made up a photosynthetic apparatus (25272-29913 m²/ha) at the optimal level for intensive orchards. The leaf area per tree varies depending on the variety, age and productivity of the trees.

Key words: *Malus domestica*; Variety; Leaf area; Shoots; Fruiting branches.

Rezumat. S-a studiat formarea aparatului foliar la 5 soiuri de măr introduse recent în cultură în Republica Moldova: Gala Buckeye Simmons, Granny Smith, Red Velox, Golden Delicious Reinders and Fuji Kiku. Experiențele au fost instalate în plantații din zona centrală a Republicii Moldova, în 4 repetiții randomizate a câte 8 pomi în fiecare. Distanța de plantare a constituit 3,2 m între rânduri și 0,8 m pe rând (3900 pomi/ha). Suprafața foliară s-a examinat în perioadele de vegetație, de creștere, de creștere și rodire, separat pe lăstari, țepușe, piteni și burse. Dinamica formării suprafeței de frunze la pomi în timp și în perioada de vegetație este corelată cu lungimea sumară a lăstarilor și numărul rozetelor din frunze pe pom. În perioada de creștere a pomilor, cea mai mare parte a suprafeței de frunze, circa 68,9-76,1%, se formează pe lăstari și numai 23,9-31,1% – pe piteni, țepușe și burse. În perioada de creștere și rodire a pomilor, suprafața de frunze pe pom a înregistrat valori identice pe lăstari și formațiuni fructifere. Soiurile Granny Smith și Golden Delicious Reinders s-au evidențiat printr-o suprafață foliară mai mare (8,85-8,34 m²/pom), comparativ cu soiurile Gala Buckeye Simmons și Red Velox. Valori distinct semnificative ale suprafeței foliare, cu 56,1-61,4%, le-au avut pomii din soiurile Golden Delicious Reinders (34827 m²/ha) și Fuji Kiku (35997 m²/ha), comparativ cu soiul Red Velox (22308 m²/pom). Soiurile luate în studiu realizează un aparat fotosintetic optim pentru livezile intensive la vârsta de 4-5 ani (25272-29913 m²/ha). Suprafața de frunze ce revine la un pom se schimbă în funcție de soi, vârsta și productivitatea pomilor.

Cuvinte-cheie: *Malus domestica*; Soi; Suprafața de frunze; Lăstari; Formațiuni fructifere.

INTRODUCERE

Dezvoltarea pomiculturii moderne are la bază rezultatele obținute în ultimele decenii în cercetările teoretice și practice desfășurate spre îmbunătățirea continuă a sortimentului din punct de vedere calitativ și care să corespundă condițiilor de climă și gusturilor consumatorilor. Livada de mâine trebuie să fie constituită din material biologic cu rezistență genetică multiplă la boli și dăunători, cu fructe de calitate, să permită o bună stăpânire a vegetației și obținerea de recolte economice într-un timp cât mai scurt de la plantare. Din punct de vedere fitotehnic este important ca fitomasa acumulată în unitatea de timp să fie cât mai mare. Aceasta presupune corelarea cât mai avantajoasă a următorilor factori: o suprafață foliară activă optimă, exprimată prin indicii suprafeței foliare, și cât mai durabilă, un randament fotosintetic înalt, exprimat prin eficiența captării radiației active fotosintetizante și obținerea unei cantități mari de fructe.

Subiectul referitor la aparatul foliar este destul de controversat în literatura de specialitate și în practica pomicolă (Babuc, V. 2012; Cimpoeș, Gh. 2012). De aceea este necesar ca pe baza studiilor să se stabilească o legătură directă dintre sistemul de cultură și materialul biologic utilizat în scopul unui optimum de exprimare a potențialului biologic de producție. Cercetările de acest gen (Agafonov, N. 1983; Lespinase, J. et al. 1992;

Ștefan, N. et al. 1993; Balan, V., Vămășescu, S. 2015) au evidențiat că coeficientul utilizării energiei solare depinde de aparatul foliar la unitatea de suprafață a terenului. În numeroase cazuri, suprafața foliară la speciile pomicele a înregistrat valori de 20-30 mii m²/ha (Balan, V. 2009a; Cimpoeș, Gh., Boțan, D. 2005; Babuc, V., Croitoru, A. 2008; Peșteanu, A. 2008), iar mărirea în continuare a acestei suprafețe duce la umbrire în interiorul coroanei și, respectiv, la diminuarea randamentului fotosintezei (Deviatov, A. 1981; Balan, V. 2009a).

Cu toate că indicele suprafeței foliare este un termen de maximă importanță teoretică și practică, caracterizând potențialul productiv al plantației, prezintă interes și informația despre arhitectonica frunzișului în spațiu, formarea și menținerea aparatului foliar intact (activ) o perioadă cât mai mare de timp (Cimpoeș, Gh. 2000).

Prin introducerea unor soiuri noi, cu randamente ridicate, și a tehnologiilor performante în plan economic vom ridica interesul producătorilor de fructe față de cultura mărului. Recolte durabile pot fi obținute în condiții favorabile de desfășurare a proceselor fotosintetice. Dinamica formării suprafeței foliare de pomi determină într-o măsură semnificativă performanța unei livezi. Cercetările întreprinse în acest domeniu de către I. E. Jackson (1980), N. V. Agafonov (1983), Gh. Cimpoeș (2000), V. Balan (2009) au demonstrat că plantațiile pomicele sunt sisteme biologice imperfecte pentru utilizarea eficientă a energiei solare. O mare cantitate de energie luminoasă (19 %) este pierdută până la înfrunzirea pomilor. Din lumina activă, 50-54 % nu sunt interceptate de frunziș, 20 % sunt reflectate de frunziș în exterior, 10 % sunt fotosintetic inactive, iar 20 % străbat ansamblul vegetativ al rândurilor de pomi datorită parametrilor necorespunzători ai plantației (Budan, C., Amzar, Gh. 1992). Soluționarea acestor probleme este posibilă, în mare măsură, prin plantarea pomilor la distanțe optime și structurarea unor coroane simple, naturale, care să permită formarea unei suprafețe foliare bine luminate, reducând efectul umbririi reciproce și sporind randamentul de fructe (Balan, V. 1996, 2004).

Având în vedere importanța suprafeței foliare pentru aspectul productivității pomicele și al utilizării energiei solare, s-a impus necesitatea studierii formării aparatului foliar la pomii de măr din soiurile Gala Buckeye Simmons, Granny Smith, Red Velox, Golden Delicious Reinders și Fuji Kiku, altoite pe portaltoiul M9, aparținând sortimentului mondial și introduse recent în cultură în Republica Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat în plantațiile de măr la SRL „Prodcar”, raionul Telenești, fondată în anul 2014, și la SRL „Elita Fruct”, raionul Criuleni, fondată în 2015. S-au studiat soiurile Gala Buckeye Simmons, Granny Smith, Red Velox, Golden Delicious Reinders și Fuji Kiku, altoite pe portaltoiul M9. Distanța dintre rânduri a constituit 3,2 m, dintre pomi pe rând – 0,8 m, în total alcătuind 3900 pomi/ha. La plantare, locul altoirii s-a amplasat cu 20 cm mai sus de nivelul solului. Până la plantarea livezii s-a instalat sistemul de susținere a pomilor – monoplan simplu, din stâlpi de beton armat cu înălțimea de cca 4 m deasupra solului și sârmă metalică instalată la o înălțime de 50 cm de la nivelul solului, care folosește și ca suport pentru sistemul de irigare. În primul an de vegetație s-au instalat încă 5 sârme metalice. Primele 2 sârme s-au fixat la 80 cm de la sol și la 40 cm una de alta, iar următoarele sârme s-au instalat la 80 cm una de alta.

Pentru a monitoriza umiditatea solului se utilizează traductorii Watermark. Apa se distribuie prin magistrale cu picurători instalate pe direcția rândului, fixate pe sârmă la 50 cm. După plantarea pomilor, solul s-a înierbat pe cale artificială. Benzile cu buruieni dintre rânduri, late de 2,2 m, se cosesc la necesitate și rămân ca mulci. La momentul actual, livezile de măr se află într-o stare bună, lucrările de întreținere a plantației, de lucrare a solului, irigare, fertilizare și protecție a pomilor contra bolilor și dăunătorilor se efectuează la momentele optime. Pomii sunt conduși după sistemul fus zvelt ameliorat.

Experiența a fost instalată în 4 repetiții randomizate a câte 8 pomi fiecare. Numărul de formațiuni fructifere și măsurătorile s-au executat la 4 pomi de evidență din fiecare soi în condiții de câmp și de laborator în conformitate cu metodele de cercetare aprobate în pomicultură (Мойсейченко, В. 1988). Potențialul fotosintetic și de creștere al pomilor s-a determinat pe baza numărului de fructe și a formațiunilor de rod în devenire, a măsurărilor lungimii medii și însumate a ramurilor anuale. Toamna, după căderea frunzelor, s-au numărat pintenii și s-au măsurat toate ramurile anuale cu lungimea mai mare de 4-5 cm, apoi s-a calculat suma creșterilor pe pom. Numărul rozetelor din frunze pe pom se determină prin însumarea numărului fructelor recoltate și a pintenilor. Suprafața frunzelor s-a determinat separat pe lăstari, țepușe, piteni și burse (Balan, V. 2009). Prelucrarea statistică a rezultatelor cercetării a fost efectuată prin metoda analizei de dispersie monofactorială (Дюкнехов, Б.А. 1985).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Formarea suprafeței foliare la măr s-a determinat în anii 2016-2018 în perioada de vârstă a pomilor, de creștere, de creștere și rodire. La pomii cu vârsta de 2 ani, suprafața de frunze diferă nesemnificativ de la un soi la altul (tab. 1). Cea mai mare parte a suprafeței de frunze s-a format pe lăstari (1,32-1,63 m²/pom) și numai 0,91-1,24 m²/pom de frunze s-au format pe formațiuni fructifere. Suprafața totală de frunze constituie de la 2,23 m²/pom la soiul Red Velox până la 2,84 m²/pom la soiul Golden Delicious Reinders și nu este asigurată semnificativ. În anul doi de vegetație, aparatul foliar la unitate de suprafață este foarte mic și constituie numai 8710-11093 m²/ha. Aceasta arată cât de nerațional se utilizează energia solară în perioada de creștere a pomilor.

Tabelul 1. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2015, SRL „Elita Fruct”, 2016)

Soiul	Suprafața de frunze pe lăstari, m ² /pom	Suprafața de frunze pe formațiuni fructifere, m ² /pom	Suprafața de frunze, m ² /pom	Suprafața de frunze, m ² /ha
Gala Buckey Simmons	1,44	1,24	2,68	10468
Granny Smith	1,61	0,95	2,56	9999
Red Velox	1,32	0,91	2,23	8710
Golden Delicious Reinders	1,63	1,21	2,84	11093
Fuji Kiku	1,46	1,18	2,64	10312
DL, 5 %	-	-	0,38	-

Suprafața de frunze la pomii de măr cu vârsta de 3 ani de pe plantația de la SRL „Prodcar” (fig. 1) a fost de la 2,40 m²/pom la soiul Red Velox până la 3,86 m²/pom la soiul Granny Smith. Soiurile Gala Buckey Simmons, Granny Smith și Golden Delicious Reinders au format aparatul foliar distinct mai mare comparativ cu soiul Red Velox. Menționăm că soiurile Granny Smith și Golden Delicious Reinders au format o suprafață de frunze mai mare comparativ cu soiurile Gala Buckey Simmons și Red Velox, unde s-au înregistrat și creșteri anuale mai mari. Referitor la suprafața de frunze pe formațiuni fructifere se constată că soiurile Gala Buckey Simmons și Golden Delicious Reinders au format mai multe ramuri de rod și, respectiv, mai multe frunze (1,97-2,08 m²/pom), comparativ cu soiurile Granny Smith și Red Velox (1,14-1,18 m²/pom). Aparatul foliar, raportat la o unitate de teren, este mai mare la soiurile Gala Buckey Simmons, Granny Smith și Golden Delicious Reinders (31122-34515 m²/ha), comparativ cu soiul Red Velox (18408- m²/ha). Această din urmă situație se poate explica prin aceea că soiul Red Velox este de vigoare slabă, cu putere de creștere redusă.

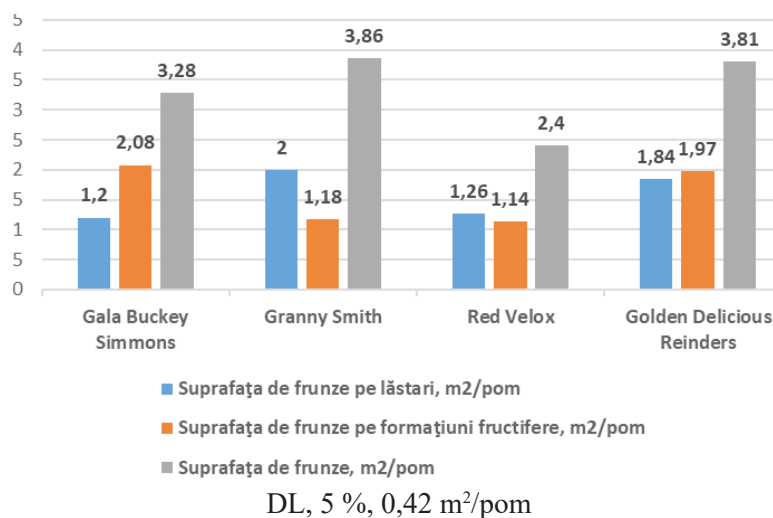


Figura 1. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2014, SRL „Prodcar”, 2016)

În anul 2017 (tab. 2), suprafața de frunze s-a majorat simțitor (5,72-9,23 m²/pom) comparativ cu anul 2016, când a constituit 2,23-2,84 m²/pom (tab. 1). Aceasta se datorează faptului că ansamblul vegetativ al pomilor de măr, altoiți pe M9 și conduși după forma de coroană fus zvelt ameliorat, la vârsta de 3 ani în livadă au ocupat, practic, spațiul rezervat de distanța de plantare 3,2 x 0,8 m. Aparatul foliar s-a mărit atât pe creșterile anuale (3,20-4,62 m²/pom), cât și pe formațiunile fructifere (2,52-4,81 m²/pom). Indiferent de soi, suprafața foliară pe lăstari și formațiuni de rod s-a egalat. Cele mai mari valori, distinct semnificative cu 34,39-61,3%, s-au înregistrat la pomii din soiurile Gala Buckey Simmons, Granny Smith, Golden Delicious Reinders și Fuji, comparativ cu soiul Red Velox.

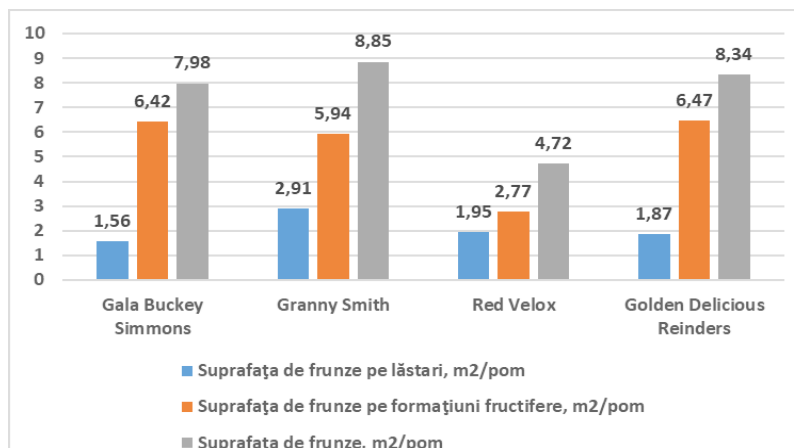
Tabelul 2. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2015, SRL „Elita Fruct”, 2017)

Soiul	Suprafața de frunze pe lăstari, m ² /pom	Suprafața de frunze pe formațiuni fructifere, m ² /pom	Suprafața de frunze, m ² /pom	Suprafața de frunze, m ² /ha
Gala Buckey Simmons	3,39	4,72	8,11	31629
Granny Smith	3,41	4,31	7,72	30108
Red Velox	3,20	2,52	5,72	22308
Golden Delicious Reinders	4,12	4,81	8,93	34827
Fuji Kiku	4,62	4,61	9,23	35997
DL, 5 %	-	-	1,13	-

Suprafața de frunze la pomii cu vârsta de 4 ani din SRL „Prodcar” (fig. 2) a fost de la 4,72 la soiul Red Velox până la 8,85 m²/pom la soiul Granny Smith. Aparatul foliar s-a format preponderent pe formațiuni fructifere (2,77-6,47 m²/pom) și numai 1,56-2,91 m²/pom s-a format pe ramuri anuale. Aceasta se explică prin aceea că odată cu intrarea pomilor pe rod se micșorează lungimea creșterilor anuale și se majorează numărul de formațiuni fructifere. Dacă ne referim la soi, Granny Smith și Golden Delicious Reinders s-au evidențiat printr-o suprafață foliară mai mare (8,85-8,34 m²/pom și, respectiv, 34515-32526 m²/ha) comparativ cu soiurile Gala Buckey Simmons și Red Velox. Datele prezentate demonstrează că soiurile Gala Buckey Simmons, Granny Smith, și Golden Delicious Reinders formează o suprafață foliară mai mare, asigurată semnificativ, comparativ cu soiul Red Velox, care are și o alternanță de rodire mai evidențiată.

În anul 2018 (tab. 3), soiurile nominalizate asigură o micșorare semnificativă a suprafeței foliare pe formațiuni fructifere (1,40-1,93 m²/pom), comparativ cu anul 2017 (2,52-4,81 m²/pom) (tab. 2). În perioada de creștere și fructificare pomii continuă să formeze ramuri anuale viguroase pentru a menține un echilibru fiziologic dintre creștere și fructificare. În același timp crește și suprafața foliară pe lăstari. Astfel, aparatul foliar constituie de la 3,20 m²/pom la soiul Red Velox până la 4,62 m²/pom la soiul Fuji Kiku. S-a constatat că cea mai mare suprafață foliară, atât pe lăstari (4,12-4,62 m²/pom), cât și pe formațiuni fructifere (4,61-4,81 m²/pom), au format soiurile Golden Delicious Reinders și Fuji Kiku. Soiul Red Velox arată o diferență evidențiată a diminuării suprafeței foliare comparativ cu celelalte soiuri luate în studiu.

Aceleași constatări rezultă și pentru aparatul foliar raportat la o unitate de suprafață în sensul că particularitățile biologice ale soiului stau la baza formării suprafeței foliare și, respectiv, la depunerea mugurilor de rod pentru anul viitor și productivitatea pomilor. Astfel, la soiul Fuji Kiku, de vigoare mare, s-a înregistrat cea mai mare suprafață foliară – 35997 m²/ha, iar la soiul Red Velox, de vigoare slabă spre medie – 22308 m²/ha, ceea ce înseamnă o micșorare distinct semnificativă cu 35,9%. Soiurile Gala Buckey Simmons, Granny Smith și Golden Delicious Reinders, de vigoare medie spre mare, ocupă o poziție intermediară cu 30108-34827 m²/ha, dar indicii suprafeței foliare depășesc semnificativ indicii la soiul Red Velox (22308 m²/ha). Rezultate similare de formare a suprafeței foliare la pomii de măr în perioada de creștere și rodire a pomilor au fost raportate de Peșteanu A. și Calestru O. (2017) și Vămășescu S. (2018) după utilizarea regulatorilor de creștere la soiurile de măr Golden Reinders, altoit pe portaltoiul M9, și Golden Delicious și Idared, altoite pe portaltoiul M106.



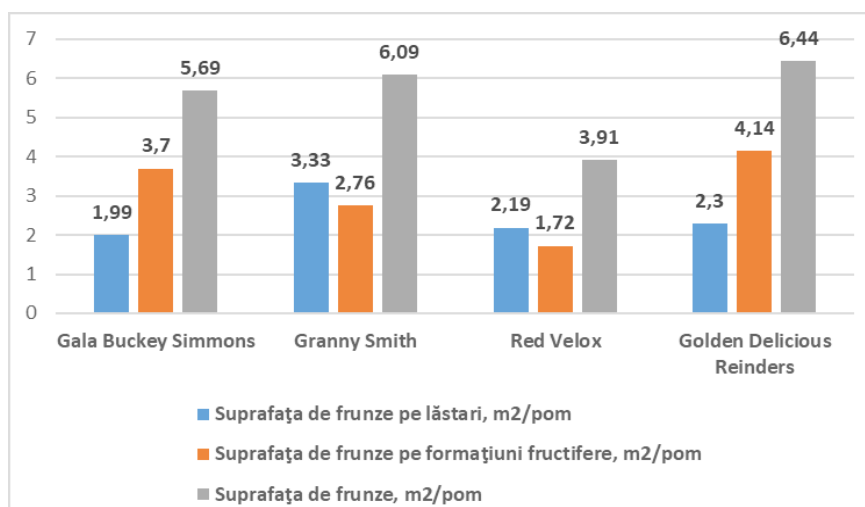
DL, 5 %, 1,15

Figura 2. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2014, SRL „Prodcar”, 2017)

Tabelul 3. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2015, SRL „Elita Fruct”, 2018)

Soiul	Suprafața de frunze pe lăstari, m²/pom	Suprafața de frunze pe formațiuni fructifere, m²/pom	Suprafața de frunze, m²/pom	Suprafața de frunze, m²/ha
Gala Buckey Simmons	5,12	1,58	6,70	26130
Red Velox	4,55	1,93	6,48	25272
Golden Delicious Reinders	5,38	1,40	6,78	26442
Fuji Kiku	5,88	1,79	7,67	29913
Granny Smith	5,20	1,77	6,97	27183
DL, 5 %	-	-	1,94	-

În anul 2018 (fig. 3), la finele vegetației, suprafața de frunze pe lăstari a constituit 1,99-3,33 m²/pom. O creștere mai mare a suprafeței foliare pe lăstari s-a înregistrat la soiul Granny Smith (3,33 m²/pom), iar mai mică la soiul Gala Buckey Simmons. În schimb, cea mai mare suprafață foliară pe formațiuni fructifere a fost la soiul Gala Buckey Simmons, iar cea mai mică la soiul Red Velox (1,72 m²/pom).



DL, 5 %, 0,42

Figura 3. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2014, SRL „Prodcar”, 2018)

Aparatul foliar pe pom (3,91-6,44 m²/pom) diferă de la un soi la altul și este în funcție de suprafața foliară pe lăstari (1,99-3,3 m²/pom) și formațiuni de rod (1,72-4,14 m²/pom). Soiul Golden Delicious Reinders a asigurat cea mai mare suprafață de frunze (6,44 m²/pom), iar soiul Red Velox cea mai mică (3,91 m²/pom), comparativ cu soiurile Gala Buckey Simmons și Granny Smith. O distribuție asemănătoare a suprafeței de frunze, pe soiuri, s-a înregistrat și în raport cu o unitate de suprafață. Deși suprafața foliară a pomilor din soiurile luate în studiu este optimă (Cimpoieș, Gh. 2005; Babuc, V., Croitoru, A. 2008; Balan, V. 2009) un rol important are dinamica formării frunzelor pe lăstari și, în principal, pe rozete (I. W. Palmer, 1988). Ca urmare, potențialul fotosintetic al coronamentului este corelat în timp cu dinamica formării suprafeței de frunze la pomi, inclusiv cu intensitatea creșterii lăstarilor și a rozetelor din frunze.

Astfel, pomii de măr, altoiți pe M9, la vârstă de 5 ani formează o suprafață foliară de 15249-25116 m²/ha. Soiurile Gala Buckey Simmons și Golden Delicious Reinders, cu fructificare preponderent pe țepușe, burse și vetre de rod, formează 22191-25116 m²/ha de frunze, iar soiul Red Velox de tip spur a format numai 15249 m²/ha. Aparatul foliar la soiul Granny Smith, care fructifică pe ramuri scurte, dar mai frecvent pe nuiele și mlădițe, este cel mai mare și constituie 25116 m²/ha. Analizând valorile suprafeței foliare la soiurile luate în studiu, comparativ cu datele prezentate de alți autori (Cimpoieș, Gh. 2000; Babuc, V. 2012), se poate afirma că ele sunt optime pentru livezile moderne de măr, altoite pe M9, cu densități mari (3500-4000 pomi/ha).

Pentru o sumară descifrare a suprafeței foliare în plantațiile pomicole, se propune concomitent de analizat formarea aparatului foliar în dinamică. Astfel, în anul 2016, pomii cu vârstă de 2 ani formează o suprafață de frunze de 8710-11093 m²/ha (fig. 4). În anul 2017, pomii cu vârstă de 3 ani au dublat sau chiar au triplat suprafața de frunze (22308- 35997 m²/ha). Cele mai mari valori distinct semnificative ale suprafeței foliare cu 56,1-61,4% le-au avut pomii din soiurile Golden Delicious Reinders (34827 m²/ha) și Fuji Kiku (35997 m²/ha), comparativ cu soiul Red Velox (22308 m²/pom). În anul 2018, la vârstă de 4 ani, soiurile luate în studiu realizează un aparat fotosintetic (25272-29913 m²/ha) de nivel optim pentru livezile intensive. Rezultate similare au fost obținute de către Vămășescu S. (2018) la soiurile de măr Golden Delicious (14,9-27,3 mii m²/ha), Idared (10,29-30,76 mii m²/ha) și Florina (12,69-33,81 mii m²/ha), altoite pe portaltoiul M26, în sistemul intensiv de cultură și la aplicarea fertilizării foliare cu îngrășăminte minerale.

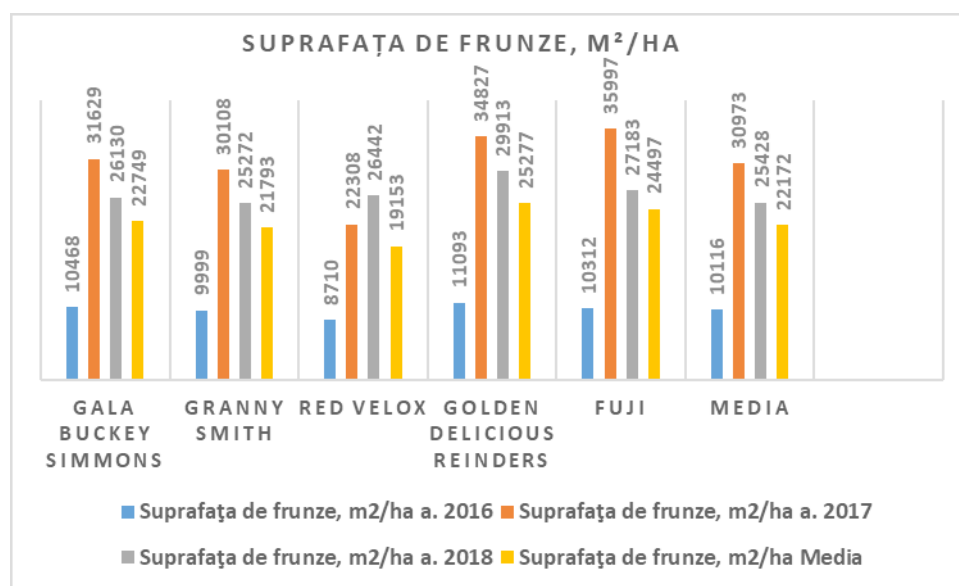


Figura 4. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2015, SRL „Elita Fruct”, 2016-2019)

Analizând datele cu privire la suprafața foliară în perioada de creștere și rodire la soiurile luate în studiu, putem concluda că cele mai mari valori le-au avut pomii din soiurile Golden Delicious Reinders și Fuji. Pomii de măr cu vârstă de 3 ani formează o suprafață foliară de 9360-15054 m²/ha (tab. 4).

Tabelul 4. Suprafața de frunze la specia măr în funcție de particularitățile biologice ale soiului (portaltoiul M9, distanța de plantare 3,2 x 0,8 m, forma de coroană - fus zvelt ameliorat, anul plantării 2014, SRL „Prodcar”, 2016-2019)

Soiul	Suprafața de frunze, m ² /ha			
	a. 2016	a. 2017	a. 2018	Media
Gala Buckey Simmons	12792	31122	22191	22035
Granny Smith	15054	34515	23751	24440
Red Velox	9360	18408	15249	14339
Golden Delicious Reinders	14859	32526	25116	24167
Media	13016	29142	21576	21245

Plantațiile cu soiurile Granny Smith și Golden Delicious Reinders se evidențiază prin formarea unei suprafețe de frunze mai mari comparativ cu soiurile Gala Buckey Simmons și Red Velox. În anul 4 de vegetație, soiurile luate în studiu au format cel mai mare potențial fotosintetic. La această vârstă, soiurile Gala Buckey Simmons, Granny Smith și Golden Delicious Reinders de asemenea formează o suprafață foliară mai mare (31122-34515 m²/ha) în raport cu soiul Red Velox (18408 m²/ha). În anul 2018, suprafața de frunze s-a diminuat simțitor comparativ cu anul 2017 și a constituit de la 15249 m²/ha la soiul Red Velox până la 25116 m²/ha la Golden Delicious Reinders. Această diminuare a suprafeței foliare se datorează faptului că pomii au intrat pe rod deplin, iar potențialul de producție al livezii este optim pentru livezile moderne de mare densitate a pomilor (Agafonov N. 1983; Balan V. 2009). Deci dimensiunile ansamblului vegetativ al pomilor nu trebuie să fie exagerate, dar nici nu pot fi sub anumite limite (Balan, V. 2005; 2010).

CONCLUZII

Productivitatea fotosintetică a coronamentului este corelată în timp cu suprafața foliară receptivă de energie luminoasă, iar dinamica formării suprafeței de frunze la pomi în timp și în perioada de vegetație este corelată cu intensitatea creșterii lăstarilor și a rozetelor din frunze. În perioada de creștere a pomilor, cea mai mare parte a suprafeței de frunze – 1,32-1,63 m²/pom sau 68,9-76,1% – se formează pe lăstari și numai 0,91-1,24 m²/pom (23,9-31,1%) pe piteni, țepușe și burse. În perioada de creștere și rodire a pomilor, suprafața de frunze pe pom a înregistrat valori identice pe lăstari (3,20-4,62 m²/pom) și pe formațiuni fructifere (2,52-4,81 m²/pom). Soiurile Granny Smith și Golden Delicious Reinders s-au evidențiat printr-o suprafață foliară mai mare (8,85-8,34 m²/pom) comparativ cu soiurile Gala Buckey Simmons și Red Velox.

Cele mai mari valori distinct semnificative a suprafeței foliare cu 56,1-61,4% le-au avut pomii din soiurile Golden Delicious Reinders (34827 m²/ha) și Fuji Kiku (35997 m²/ha), comparativ cu soiul Red Velox (22308 m²/pom). În anul 2018, la vârsta de 4 ani, soiurile luate în studiu realizează un aparat fotosintetic optim pentru livezile intensive (25272-29913 m²/ha).

Cercetările întreprinse au condus la concluzia că suprafața de frunze ce revine la un pom se schimbă în funcție de soi, vârsta și productivitatea pomilor. Suprafața de frunze pe rozete atinge valori maxime în luna iunie, iar pe lăstari – la finele vegetației (Balan, V. 2009). Astfel, pentru a obține recolte mari de fructe calitative este necesar ca suprafața foliară să se formeze preponderent pe formațiuni fructifere în prima jumătate a vegetației, când are loc inducția florală. În continuare este necesar de studiat dinamica formării aparatului foliar pe faze în perioada de vegetație a pomilor pentru a definitiva procedeele tehnologice în cultura mărului.

RECUNOAȘTERI

Acest studiu a fost susținut de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova prin intermediul proiectului 18.817.05.29A „Perfecționarea tehnologiilor de întreținere a livezilor superintensive de cireș și mar, elaborarea tehnicilor de formare a calității fructelor pe plan European” (director de proiect, doctor habilitat, prof. univ. Valerian Balan).

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BABUC, V. (2012). Pomicultura. Chișinău. 662 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
2. BABUC, V., CROITORU, A. (2008). Caracteristicile fitometrice ale structurii plantației superintensive de măr în funcție de soi și modul formării coroanei de fus zvelt. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 16, pp. 67-70.

3. BALAN, V. (2005). Apple trees plantation structure. In: *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, vol. 33, pp. 64-70. ISSN 0255-965X.
4. BALAN, V. (2004). Distanțele de plantare la măr. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei*, nr. 2(293), pp. 122-126.
5. BALAN, V. (1996). Metoda de stabilire a distanței dintre rândurile de pomi fructiferi: brevet MD nr. 361. Data publ. 31.01.1996. In: *BOPI*, 1996, nr.1.
6. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S. (2015). Efectul fertilizării foliare și al răririi fructelor asupra recoltei la soiul de măr Florina. In: *Știința agricolă*, nr. 1, pp. 61-66. ISSN 1857-0003.
7. BALAN, V., VĂMĂȘESCU, S. (2012). Influența îngrășămintelor foliare asupra creșterii suprafeței foliare la măr. In: *Știința Agricolă*, nr.1, pp. 36-41. ISSN 1857-0003.
8. BALAN, V. (2009). Metoda de determinare a suprafeței foliare la măr. In: *Știința agricolă*, nr. 2, pp. 35-39. ISSN 1857-0003.
9. BALAN, V. (2009). Sisteme de cultură în pomicultură. Randamentul producției de fructe. In: *Akademios*, nr. 4(15), pp. 82-89. ISSN 1857-0461.
10. BUDAN, C., AMZAR, Gh. (1992). Cercetări de ecologie în pomicultură. In: *Institutul de Cercetare și Producție pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni: 25 ani de activitate (1967-1992)*. București, pp. 222-241.
11. CIMPOIEȘ, Gh. (2000). Conducerea și tăierea pomilor. Chișinău: Știința. 273 p. ISBN 9975-67-148-9.
12. CIMPOIEȘ, Gh. (2012). Cultura mărului. Chișinău: Bons Offices. 382 p. ISBN 978-9975-80-547-6.
13. CIMPOIEȘ, Gh., BOȚAN, D. (2005). Creșterea și fructificarea mărului în funcție de soi și structura plantației. In: *Știința agricolă*, nr. 1, pp. 15-18. ISSN 1857-0003.
14. JACKSON, J.E. (1980). Theory of light interception by orchard and a modeling approach to optimizing orchard design. In: *Acta horticulturae*, nr 114, pp. 69-79. ISSN 0567-7572.
15. LESPINASE, J.M., DELORT, F., CARBONEAU, A. (1992). Conduite de "Roial gala". Etude comparative de different systems. In: *L'arboriculture*, nr. 449, pp. 30-36.
16. PALMER, J.W. (1988). Annual dry matter production and petiole nitrogen over the first 5 years of a bed system of Crispin/M27 apple trees at four spacing. In: *Journal of Applied Ecology*, nr. 25, 572 p. ISSN. 1365-2664.
17. PEȘTEANU, A. (2008). Pretabilitatea soiurilor de perspectivă pentru sistemul superintensiv de cultivare a mărului. In: *Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova*, vol. 16, pp. 77- 80.
18. ȘTEFAN, N. et al. (1993). Contribuția stațiunii Voinești la stabilirea sistemelor de cultură moderne în pomicultură. In: *Lucrări științifice, ICPP Pitești-Mărăcineni*. București, pp. 155-168.
19. VĂMĂȘESCU, S. (2018). Sporirea cantității și calității producției de mere prin aplicarea fertilizării și normării încărcăturii cu rod: autoref. tz. doct. în agricultură. Chișinău, 29 p.
20. АГАФОНОВ, Н.В. (1983). Научные основы размещения и формирования плодовых деревьев. Москва. 173 с.
21. ДЕВЯТОВ, А.С. (1989). Световой режим молодых деревьев яблони в садах узкорядного и широкорядного типа. В: *Плодоводство*, №. 7, с. 70-79.
22. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат. 351 с.
23. МОЙСЕЙЧЕНКО, В. (1988). Методика опытного дела в плодководстве и овощеводстве. Киев. 141 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

BÎLICI Inna

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

E-mail: innabotnariuc@mail.ru

Data prezentării articolului: 20.03.2020

Data acceptării articolului: 30.04.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3884008

CZU: 633.78:631.522

INFLUENCE OF CHICORY PLANTS DENSITY ON SIZE-MASS ROOT PARAMETERS

Oleh TKACH, Vasyl OVCHARUK

Abstract. The article reflects the influence of the density of chicory plants on the size and mass parameters of chicory roots in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. It has been established that, on average, over three years, the optimum plant density on chernozem podzolic coarse-medium-loamy is 140-150 thousand units / ha, which provides a yield of chicory roots of 44.7 t / ha and a collection of inulin of 6.36 t / ha. The decrease or increase in plant density from the optimum causes a significant decrease in yield. So, the lowest yield (34.8 t / ha) was obtained for plant densities – 90 thousand units / ha. The increase in plant standing density to 200-225 thousand units / ha ensured a decrease in root yield to 36.9-39.5 t / ha and a decrease in inulin collection from a unit area – to 5.27-5.63 t / ha. For mechanized harvesting, the most suitable were chicory varieties with cone-shaped roots, evenly placed on the field with intervals between plants of 10-20 cm.

Key words: *Cichorium intybus*; Plant density; Nutrition area; Crop yield; Root size.

INTRODUCTION

One of the effective and acting factors that regulate the use of moisture, light, and the intensity of the assimilation process and crop formation is the number of plants per unit area. The relationship between productivity and plant standing density manifests itself in different ways depending on soil and climatic conditions, biological characteristics of hybrids and agricultural technology. Therefore, the plant density is an important element of the technology for growing various crops. With an optimal determination of the number of plants per unit area, the maximum productivity can be achieved while maintaining high-quality indicators (Veretennikov, V., Tolorai, T. R. 1996)

V.M. Stelmakh (1994), O.V. Tkach, A.V. Ovcharkuk (2017) argue that the distribution parameters of chicory plants in rows (distance between plants, their deviations from the conditional arbor of the rows, the placement of root heads relative to the soil surface) are significantly affected by the uniform distribution of seeds during sowing, which, first of all, depends on the sowing rates, as well as on the dimensional parameters of seeds, laboratory and field germination, the depth of planting, the natural “loss” of plants during the growing season, the final plant density at the beginning of harvesting.

Studies to determine the agrophysical parameters of roots depending on the shape and size of the nutritional area of the plants (in the form of a square: 15x15.25x25.30x30 and 45x45 cm) show that, with an increase in the square nutritional area, the parameters of chicory roots increase in size and weight, namely: root diameter “dK” by 1.3 times, length - 1.36 times, root weight “RK” - 2.3 times, and root yield per unit area (ha), on the contrary, decreases by 4.0 times due to the decrease of plant density by 9.0 times, that is, an increase in the area of nutrition for each plant, as a rule, is associated with a decrease in plant density per unit area, and, consequently, a decrease in the yield of chicory (Humentyk, M. Ya. 2003; Kurilo, V.L. et al. 2012; Zuev, N.N. et al. 2001).

The distance between plants in rows and their distribution on the area also significantly affect the agrophysical parameters of chicory and, accordingly, its productivity. Uneven placement of plants in rows leads to an increase in substandard chicory roots (with a diameter of less than 3 cm or weighing less than 100 g), the number of which varies from 5.3 to 12.7% for different plant densities. With the increase in plant density, the number of chicory roots weighing from 100 to 200 g significantly increases (Yatsenko, A.A. 2000; Tkach, O.V., Kurilo, V.L. et al. 2013).

According to Ya. Yatsenko (2003), at a plant density of 90 thousand pcs. / ha the share of roots weighing 100-200 g is 10.5%, and at 225 thousand pcs. / ha- 40%, which is 3, 8 times more.

Therefore, when choosing the optimal plant density, it should be taken into account under what conditions the size of the roots fractions, which must correspond to the norms of the corresponding marketability, are formed better, and to determine the degree of influence of the planting density, plant placement on the area and the size parameters of the plants on the yield and quality of chicory roots.

MATERIALS AND METHODS

The studies were conducted on the experimental field of the Khmelnytskyi State Agricultural Experimental Station of the Institute of Feed and Agriculture of the Podillia of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine during 2012-2016. It is located in the north-eastern part of the Khmelnytskyi region within the Starokonstantynivskyi district.

The soil of the experimental field is podzolized chernozem coarse-sawn-medium loamy on loess-like loams. The humus content (according to Tyurin's) in the 0-3 cm layer is 2.8-3.6 %. The content of nitrogen compounds that are easily hydrolyzed (according to Kornfield) is 9.0-11.6 mg per 100 g of soil, mobile phosphorus (according to Chirikov) 6.0-8.5 mg per 100 g of soil and exchange potassium (according to Chirikov) – 6.9-10.0 mg per 100 g of soil.

The length of the roots after digging out from soil was measured using a ruler with an accuracy of 1.0 mm. The mass of the roots, after cleaning from the tops and the soil, was weighed on an electronic balance with an accuracy of 0.1 g.

The number of measurements for all indicators (root weight m_k , technical length l_k , root diameter d_k , weight m_k and length l_k tops of leaves) in five times repeated was at least $N=100$.

At the beginning of harvesting chicory roots in areas with different densities, plants with a nutrition area that was provided for by the research methodology were selected. Based on the obtained indicators, theoretical yield indicators were calculated and compared with experimental ones.

RESULTS AND DISCUSSION

According to the results of plant density analysis, yield, inulin content and the ratio of fractions according to the size of roots, corresponding to the requirements of commercial products for mechanized drying of chicory raw materials at processing plants, the optimal plant density in the row and the area was determined (table 1).

Table 1. The yield of chicory roots depending on the density of plants at the beginning of harvesting, t /ha (average for 2012-2016)

Indicator	Plant density, thousand /ha					
	90	115	140	175	200	225
Sp , cm	25,0	19,4	15,9	12,8	11,1	9,8
n , um. /m	4,0	5,2	6,3	7,8	9,0	10,3
V_{sp} , %	78,6	51,3	51,7	62,2	65,1	68,0
Area of supply, cm ²	1125,0	873,0	715,5	576,0	499,5	441,0
Yield, t /ha	34,8	42,5	44,7	42,6	39,5	36,9
± ut to 140 thousand /ha, HIP ₀₅ =2,3	-9,9	-2,2	0	-2,3	-5,4	-8
The content of inulin in the roots,% on dry matter	15,1	14,7	14,1	13,9	13,7	13,4
± up to 140 thousand /ha, HIP ₀₅ =0,4	1,0	0,6	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
Inulin collection, t /ha	5,12	6,01	6,36	6,05	5,63	5,27

Note: Sp and V_{sp} are the average distance and the coefficient of variation of the distance between plants, respectively; n is the number of plants per 1.0 m line.

So, with an average plant density of 140 thousand pcs. / ha (with fluctuations in the range of 120-160 thousand / ha, that is, with 5-8 plants per 1 meter line with a distance between plants within 19-13cm), a root yield in the range of 43.5-45.8 t / ha and an inulin yield in the range of 6.05-6.46 t / ha can be obtained. The lowest yield (35.9 t / ha) was obtained by us with the distance between plants of 25 cm (4 plants per 1 meter row) and the plant density of 88.9 thousand pieces / ha. That is, the decrease in plant standing density ensured an increase in the nutrition area of one plant to 1125.0 cm², which ultimately affected the yield. The plant density increase to 200-225 thousand units / ha also ensured a decrease in the yield of roots to 37.8-40.4 t / ha. As it can be seen from the table, a plant density higher than 200 thousand pcs. / ha affects the inulin content in roots, namely, we obtained 133.4-13.7% on dry matter, and ultimately affected the collection of inulin per unit area (5.07-5.53 t / ha).

So, the following factors determine the yield of chicory roots: soil fertility, predecessors, soil tillage

system, forms and rates of mineral fertilizers, growing technology and a system of machines for its implementation, timing and quality of operations, plant density and their distribution in rows. The maximum yield can be obtained with the optimal density of evenly distributed plants in the area. A decrease or increase in plant density from the optimum causes a significant decrease in yield.

Since the uniform distribution of plants in the row is one of the main factors in increasing the yield of chicory, we conducted studies to investigate the agrophysical parameters of chicory roots.

Besides, the technological processes development for growing chicory is based on the study of the agrophysical and physicommechanical properties of roots. Their peculiarity is the presence of several external and internal signs, which significantly change during the growth and development of plants. They depend on the variety, the applied crop care technology, soil and weather conditions, and the growing zone.

According to the results of the established studies (table 2), the diameter of the root depends on the distance between the plants in the row. So, the lowest value of this indicator was noted in the variant with a distance of 0-10 cm – 54.2 mm, and the highest value – 75.2 mm in the variant with a distance between plants of 40-50 cm. An important agrophysical indicator is root length. The maximum size of chicory roots was obtained in the variant with a distance between plants of 40-50 cm – 263.1 mm; a slightly shorter length was in the variant with the interval between chicory plants of 30-40 cm, namely 252.3 mm.

Table 2. Agrophysical parameters and yield of chicory roots depending on the distance between plants in rows (row spacing - 3*30+45 cm) (Average for 2012-2016)

Indicators	Distance between plants (S), cm				
	0...10	10...20	20...30	30...40	40...50
Root weight R_k , g	304	361	412	446	493
The diameter of roots dk , mm	54,2	60,3	62,4	64,5	75,2
Length of roots lk , mm	221,3	233,2	245,4	252,3	263,1
Average power area Sm , cm^2	225	675	1125	1575	2025
The aspect ratio of rectangle, k	0,21	0,43	0,66	0,88	1,00
Theoretical plant density C , thousand / ha	341,8	192,5	115,6	82,5	64,2
Root yields $B = C \times Pk$, t / ha	103,9	69,5	47,6	36,8	31,6

We also found that the mass of the root is directly proportional to its diameter and length, and the diameter affects the marketability of roots. When harvesting, chicory roots with a diameter of more than 20 mm are considered standard. Their separation into standard and non-standard fractions is best done using the sorting point PSK-6, which not only divides the roots by size, but cleans them of impurities and damaged roots.

It should be noted that increasing the distance between plants in a row, although it affects the mass of chicory root, however, the number of plants per unit area decreases and their agrophysical parameters change, which ultimately affects the yield and marketability. So, for mechanized harvesting, the most suitable are chicory varieties with a conical root shape. The varieties Umansky-95, Umanskyi 97 and Umansky-99 most fully meet these criteria. They provided root yields at the level of 53.8 t / ha, with plant density – 148.1 thousand pcs. / ha, and with intervals between plants of 10-20 cm.

CONCLUSIONS

Thus, as a result of the studies, it was found that in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine on the chernozem podzolized coarse-medium loamy on average for 3 years the optimal plant density is 140-150 thousand / ha, which provides a yield of chicory roots of 45.8 t / ha and a yield of inulin of 6.46 t / ha. For mechanized harvesting, chicory varieties with cone-shaped roots were found to be most suitable. They were evenly distributed over the field with intervals between plants of 10-20 cm.

It should also be noted that serial root-harvesting machines cannot efficiently and cost-effectively harvest through a considerable length of the productive part of chicory roots 18-27 cm. The problem of mechanized harvesting of chicory roots is urgent and chicory varieties with a conical root shape turned out to be the most similar in shape to sugar beets, for this, beet-harvesting machines should be used to dig them out after a slight conversion.

REFERENCES

1. ВЕРЕТЕННИКОВ, Г.В., ТОЛОРЯ Т.Р. (1996). Густота стояния растений и семенная продуктивность родительских форм [Plant density and seed productivity of parental forms]. В: Кукуруза и сорго, № 4, с. 15–16.
2. ГУМЕНТИК, М.Я. (2003). Особливості цикорію кореневого і агротехніка його вирощування [Features of chicory root and agrotechnical of its cultivation]. У: Зб. пр. ІЦБ УААН, с. 339–341
3. ЗУЄВ, М.М., ГУМЕНТИК, М.Я. (2001). Густота насаждения цикория и его урожай [The density of chicory planting and its yield]. В: Сахарная свекла, № 9, с.12–14.
4. КУРИЛО, В.Л., ТКАЧ, О.В. (2012). Особливості вирощування цикорію кореневого з комбінованою шириною міжрядь [Features of chicory root cultivation with combined row spacing]. У: Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, № 14, с. 295–299.
5. СТЕЛЬМАХ, В.М. (1994). Сівба цикорію на задану густоту [Sowing chicory at a given density]. У: Техніка АПК, №7-8, с.23–25.
6. ТКАЧ, О.В. (2015). Алгоритм вибору раціональної схеми розміщення рослин цикорію коренеплідного при комбінованій ширині міжрядь [An algorithm for choosing a rational arrangement of chicory root plants at combined row spacing]. У: Збірник наукових праць: випуск 23. Подільського державного аграрно-технічного університету; за редакцією В.В. Івашишина. – Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, с.110-117
7. ТКАЧ, О.В., ОВЧАРУК, О.В., ПІДЛІСНИЙ, В.В. (2017). Вирощування цикорію кореневого з комбінованою шириною міжрядь [Growing chicory root with combined row spacing]. У: Сучасні проблеми землеробської механіки: збірник наукових праць XVIII міжнародної наукової конференції, с. 206–208.
8. ТКАЧ, О.В., КУРИЛО, В.Л., ДЕРЕВ'ЯНСЬКИЙ, В.П. (2013). Рекомендації з технології вирощування цикорію коренеплідного [Recommendations for the technology of growing chicory root]. Кам'янець-Подільський: Аксіома. 70 с.
9. ЯЦЕНКО, А.О. (2000). Продуктивність цикорію коренеплідного залежно від густоти і рівномірності розміщення рослин [Productivity of chicory root crops depending on plant density and uniformity]. У: Зб. наук. праць, присвячений 100- річчю з дня народження С.С. Рубіна, с. 220–223.
10. ЯЦЕНКО, О.Я. (2003). Цикорій коренеплідний: біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплідів [Chicory root crops: biology, breeding, production and processing of root crops]: навч. посіб. Умань: ФІЦБ УААН. 161 с.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

TKACH Oleh Vasylovych  <https://orcid.org/0000-0002-1368-673X>

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Energy Saving Technologies and Energy Management, Podilskyi State Agrarian and Engineering University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: oleg.v.tkach@gmail.com

OVCHARUK Vasyl Ivanovych  <https://orcid.org/0000-0003-2115-0916>

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Horticulture and Viticulture, Agriculture and Soil Science, Podilskyi State Agrarian and Engineering University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: plspg@pdatu.edu.ua

Received: 24.03.2020

Accepted: 10.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3900918

CZU: 632.937.1/.3:631.234

OPTIMIZATION OF BREEDING OF PREDATORY GREEN LACEWINGS IN ARTIFICIAL BIOTECHNOLOGY SYSTEM - THE WAY TO RATIONAL NATURE MANAGEMENT AND CONSERVATION OF BIOLOGICAL RESOURCES

Mykola MOROZ

Abstract. The technological parameters of the diet for green lacewings are offered. Green lacewings cultivation is recommended on eggs, larvae and imago of host insects. First-age larvae of green lacewings are cultured on cryopreserved eggs of *Sitotroga cerealella* Oliv., which have been finely dispersed with a solution of iodine concentrate plus Se. In the following age, the larvae of green lacewings were bred on the phytophages *Hyperomyzus lactucae* Kalt. and *Aphis gossypii* Glov. at the ratios of 1:1, 1:2 and 1:4. Imago green lacewings fed with a water solution of nano aqua citrate of trace elements with biologically active components. With the modification of the artificial biotechnological system, there are changes in the qualitative and quantitative indices of feed that affect the ontogeny of green lacewings. The increase of imago productivity indices and increase of efficiency of green lacewings as biological agents for limiting the harmfulness of native phytophages are noticed by optimization of diet.

Key words: Green lacewings; Iodine concentrate; Selenium; Optimized diet; Fertility; Survival.

INTRODUCTION

The production of entomological products based on the green lacewings culture requires appropriate knowledge of the management of the technological process. There is a need for the creation and use of specialized green lacewings cultures adapted to changing technological conditions. Of the 2 000 described species of *Chrysopidae*, there are 70 species in Europe (Engel, M.S.et al.2007; Khramov, A. 2016). In agroecosystems of organic farming, a significant number of species from the family *Chrysopidae*, which are potential biological control agents, live (Porcel, M. et al. 2013). Of particular interest are species of the genus *Chrysopa*, that are predators, destroy aphids, leaflets, worms, mites and other small insects. Therefore, an appropriate assessment of entomophages according to the criteria for the effectiveness of limiting the harmfulness of phytophages in agroecosystems is relevant (Pappas, M.L.et al. 2011). The arsenal of effective entomophages is increasing; their function is enhanced in the integrated management of pests (Moroz, M.S. 2010; Moroz, M.S. 2015). With the use of modern insecticides, the current site belongs to the studies that demonstrate the potential of using predatory green lacewings to control the number of harmful phytophages (Bueno, A.F, Freitas, S. 2004; Mulligan, E.A.et al. 2010; Pathan, A.K.et al. 2010). Significant progress in the practice of biological control has been achieved in recent years (Jonsson, M.et al.2008). At the same time it should be noted that the effectiveness of entomophages depends on qualitative and quantitative indices of plant resources, population density of prey, biological potential of predators (Jacometti, M.et al. 2010). According to researchers (Canard, M.et al. 2007), the economically beneficial production and use of predatory green lacewings requires an in-depth study of taxonomy, biology and ecology of beneficial insects, which will reduce the cost of cultivation, marketing and will lead to commercial increase in the arsenal of effective entomophages.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted on the experimental basis of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. The reproduction efficiency of predatory green lacewings has been studied for seven generations. Experiments were carried out using laboratory cultures of *Chrysopa carnea* Steph., *Chrysopa septempunctata* McLachlan, *Chrysopa perla* L. and *Chrysopa sinica* Tj.

The larvae of the first age of predatory green lacewings were grown on the cryopreserved *Sitotroga cerealella* Oliv. eggs. Eggs of the host *Sitotroga cerealella* Oliv. were sprayed with a solution of iodine-concentrate plus Se. The larvae of the second age of predatory green lacewings were grown on larvae and imago of *Hyperomyzus lactucae* Kalt. and *Aphis gossypii* Glov. at the ratios of 1 : 1, 1 : 2, 1 : 4. Imagoes of predatory green lacewings were fed with an aqueous solution of nano aqua citrate of microelements with biologically active components for 120 hours.

For incubation, eggs of predatory green lacewings were placed in a thermostat for 24 hours. The incubation temperature is 24-25°C and relative humidity - 80%. The eggs of the predatory green lacewings were packed into veneer insulators 24 hours before the larvae were reborn. The predatory green lacewings were bred individually in a facet insulator.

Imago predatory green lacewings were fed with an aqueous solution of nano aqua citrate of microelements – 1.11 mg / dm³ with biologically active components – 65 mg / dm³ for 120 hours. Predatory green lacewings of control variants were grown on eggs of the host *Sitotroga cerealella* Oliv. To enhance reproductive capacity, imago predatory green lacewings were fed carbohydrate protein feed. Sucrose and honey were used as carbohydrates and the autolysate of beer yeast was used as the protein.

Predatory green lacewings larvae were grown in isolated cells at an optimum temperature of 25 °C, a light day duration of 18 hours, and a relative humidity of 70-80%.

Reproductive potential (R_{π}) was determined by the formula:

$$R_{\pi} = (\sum_p \times \delta) v,$$

where $\sum_p$ – is the sex ratio, δ – the number of offspring, v – number of generations.

The reliability of the differences between the results obtained in the experiment and control was determined by calculating the student's criterion (coefficient of reliability difference). The processed varied statistical results had a reliability value of $P = 0.95$; $P_2 = 0.99$ and $P_3 = 0.999$.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experiments on the influence of technological parameters on the survivalability of the predator larvae of green lacewings are presented in Table 1. According to the results of the research, the positive effect of using the experimental diet in optimal concentrations leads to an increase in the survival rate of the larvae of *Chrysopa carnea* Steph., *Chrysopa septempunctata* McLachlan., *Chrysopa perla* L. and *Chrysopa sinica* Tj.

The best survivalability rates are provided by the cultivation of the first age larvae of green lacewings on cryopreserved eggs of *Sitotroga cerealella* Oliv. treated with a finely dispersed iodine-concentrate plus Se, as well as by the cultivation of the second age entomophages on *Hyperomyzus lactucae* Kalt. and *Aphis gossypii* Glov. in a ratio of 1:2.

In particular, the feeding of green lacewings larvae of the first age with iodine concentrates plus Se containing: iodine – 0.8 mg/dm³, selenium – 0.0005 mg/dm³, provided the best survivalability rates, respectively, *Chrysopa carnea* Steph. – 83%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 88%, *Chrysopa perla* L. – 85% and *Chrysopa sinica* Tj. – 87%, which is, in percentage terms, greater for: *Chrysopa carnea* Steph. – 16%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 14%, *Chrysopa perla* L. – 14% and *Chrysopa sinica* Tj. – 11%, compared with the control variant.

The best survival rates of predatory green lacewings were while feeding with larvae and imago of *Hyperomyzus lactucae* Kalt. and *Aphis gossypii* Glov at a ratio of 1:2, respectively, *Chrysopa carnea* Steph. – 86%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 89%, *Chrysopa perla* L. – 86% and *Chrysopa sinica* Tj. – 89%, which is higher in a percentage than: *Chrysopa carnea* Steph. – 19%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 15%, *Chrysopa perla* L. – 15% and *Chrysopa sinica* Tj. – 13%.

The results of the impact of the technological parameters on the fertility of the female predators of green lacewings are presented in Table 2. According to the results of the research, the positive effect of feeding the imagoes of green lacewings with the aqueous solution of the nano aqua citrate of microelements with the biologically active components in an optimal ratio leads to the increase in the proportion of fertilized eggs of *Chrysopa carnea* Steph., *Chrysopa septempunctata* McLachlan., *Chrysopa perla* L. and *Chrysopa sinica* Tj.

The best fertility indexes for green lacewings are provided with feeding of the imagoes for 120 hours after their exit from the cocoons with a water solution of the nano aqua citrate of microelements – 1.11 mg / dm³ with biologically active components - 65 mg/dm³. In particular, the feeding for 120 hours of green lacewings imagoes provided the best fertility rates for females, which led to an increase in the proportion of fertilized eggs that develop in live larvae, respectively, *Chrysopa carnea* Steph. – 93%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 95%, *Chrysopa perla* L. - 94% and *Chrysopa sinica* Tj. – 95% that is in percentage terms more on *Chrysopacarnea* Steph. – 14%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 14%, *Chrysopa perla* L. – 11% and *Chrysopa sinica* Tj. – 10%.

Table 1. Influence of technological parameters on the survivalability of predator larvae of green lacewings

Indexes	Green lacewings			
	<i>Ch.carnea</i>	<i>Ch. septempunctata</i>	<i>Ch. perla</i>	<i>Ch.sinica</i>
	Survivalability of larvae,%	Survivalability of larvae,%	Survivalability of larvae,%	Survivalability of larvae,%
Concentration of dietary iodine concentrate plus Se for larvae of green lacewings of the first age, mg/ dm ³				
I 0.4 + Se 0.00025	77	82	77	83
I 0.8 + Se 0.0005	83	88	85	87
I 1.6 + Se 0.001	79	85	81	84
Correlation of the host-insects <i>Hyperomyzus lactucae</i> and <i>Aphis gossypii</i> for the breeding of green lacewings larvae in subsequent generations				
1:1	82	83	79	80
1:2	86	89	86	89
1:4	80	82	77	81
Control	67	74	71	76

For example, introducing into the diet for imago in an optimal ratio of nano aqua citrate of microelements – 1.11 mg / dm³, with biologically active components – 65 mg / dm³ provided the best results for increasing the proportion of fertilized eggs, respectively, *Chrysopa carnea* Steph. – 94%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 97%, *Chrysopa perla* L. – 95% and *Chrysopa sinica* Tj. – 97%, which is, in percentage terms, more by: *Chrysopa carnea* Steph. – 15%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 16%, *Chrysopa perla* L. – 12%, and *Chrysopa sinica* Tj. – 12%.

Table 2. Influence of technological parameters of nutrition on the fertility of females of predatory green lacewings

Indexes	Green lacewings			
	<i>Ch.carnea</i>	<i>Ch. septempunctata</i>	<i>Ch. perla</i>	<i>Ch.sinica</i>
	Fertility,%	Fertility,%	Fertility,%	Fertility,%
The hours of feeding of the imago green lacewings after exit from cocoons, hours				
72	90	89	90	88
120	93	95	94	95
144	91	92	93	90
Concentration of nano aqua citrate microelements with biologically active components to dietary supplement for green lacewings imago, mg / dm ³				
0,55 + 35	92	93	91	95
1,11 + 65	94	97	95	97
2,2 + 100	95	96	94	97
Control	79	81	83	85

Figure 1 shows the influence of the technological parameters of the nutrition of predatory *Chrysopidae* to the larval yield of the first and third age of the second generation.

From the experimental presented data, it is obvious that the breeding of predatory green lacewings experimental variants increases the yield of larvae of the first and third age of the second generation. Thus, in experimental variants the yield of larvae of the first and third age of the second generation was on average for *Chrysopa carnea* Steph. – 90% and 73%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 88% and 68%, *Chrysopa perla* L. – 92% and 79%, and *Chrysopa sinica* Tj. – 95% and 81%, respectively 21% and 13%, 20% and 9%, 22% and 18%, and 26% and 22% respectively, compared to the control variant.

The results of research on the influence of technological parameters of the supply of predatory green lacewings to the yield of the first and second generation imago are presented in Figure 2. From the experimental presented data, it is evident that the percentage of the imago of the first (F₁) and the second (F₂) generation of experimental variants was for *Chrysopa carnea* Steph. – 62% and 65%, *Chrysopa septempunctata* McLachlan.

– 60% and 62%, *Chrysopa perla* L. – 64% and 63% and *Chrysopa sinica* Tj. – 65% and 61%, respectively 11% and 13%, 11 % and 11%, 16% and 16% and 16% and 13%, respectively, compared with the control variant.

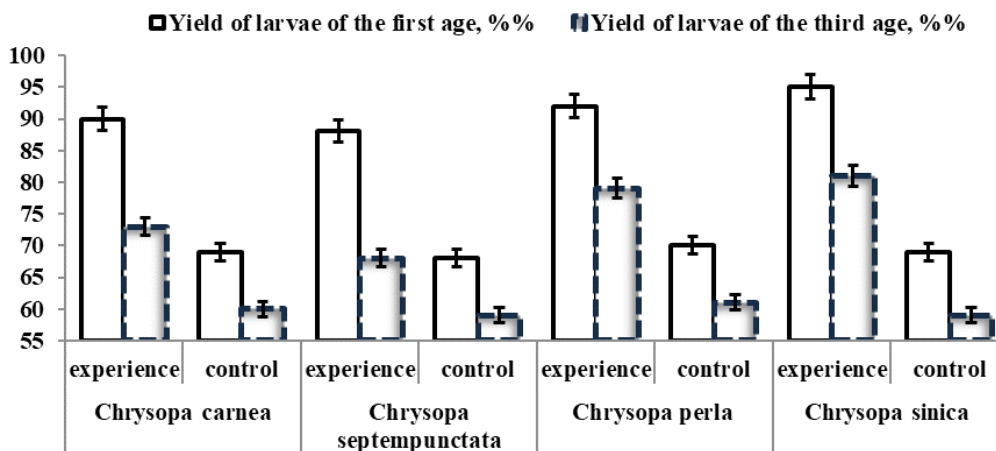


Figure 1. Effect of technological parameters of feeding of predatory green lacewings on the yield of larvae of the first and third age of the second generation (2012-2018 years, average values)

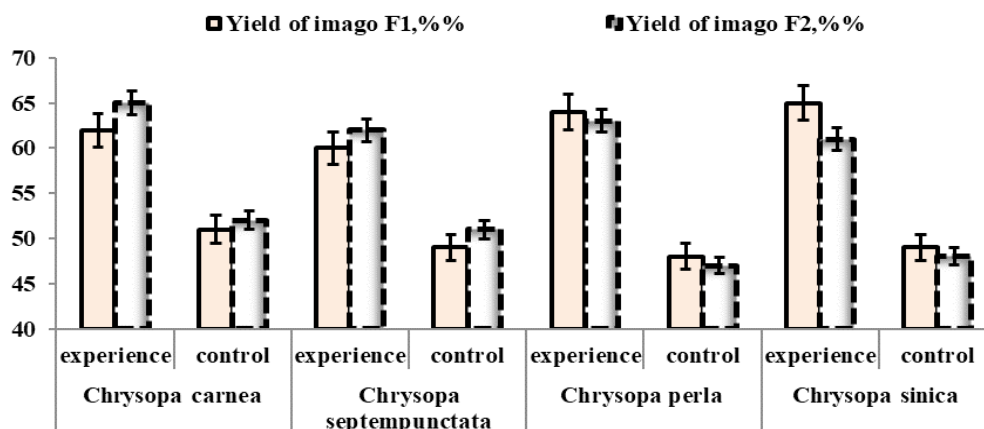


Figure 2. Influence of technological parameters of nutrition of predatory Chrysopidae on the yield of the imago of the first and second generation (2012-2018 years, average values)

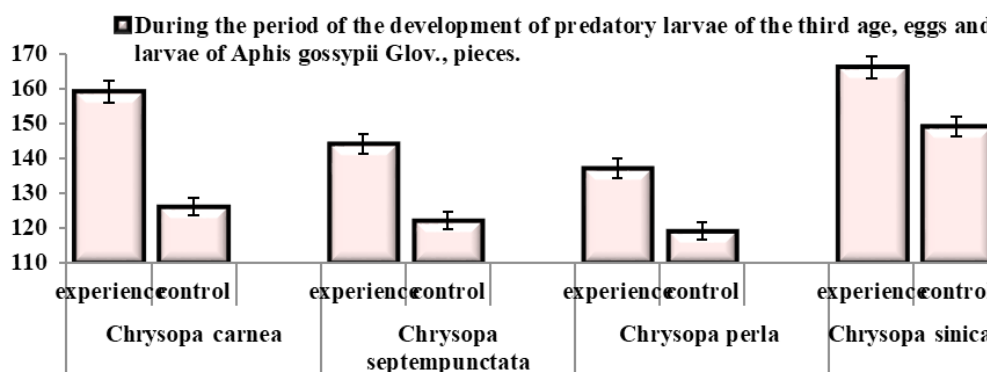


Figure 3. Influence of technological parameters of nutrition on the gluttony of third age larvae of predatory green lacewings (2013-2018 years, average values)

The figure 3 shows the effects of technological parameters on the covetousness of larvae of the third age of predatory green lacewings in eggs and larvae of the host-insect *Aphis gossypii* Glov. According to the results obtained in experimental variants, the number of destroyed eggs and larvae of the host

insect *Aphis gossypii* Glov. increased during the development period of the third age larvae of green lacewings. In experimental variants, there was observed an increase in the level of voracity of larvae of the third age of predatory green lacewings. Thus, during the development of the larva of the third age, predatory green lacewings destroyed a significant number of eggs and larvae of the host insect *Aphis gossypii* Glov., namely: *Chrysopa carnea* Steph. – 159 pieces, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 144 pieces, *Chrysopa perla* L. – 137 pieces and *Chrysopa sinica* Tj. – 166 pieces, which is respectively on 20.75%, 15.28%, 13.14% and 10.24% more compared with the control version.

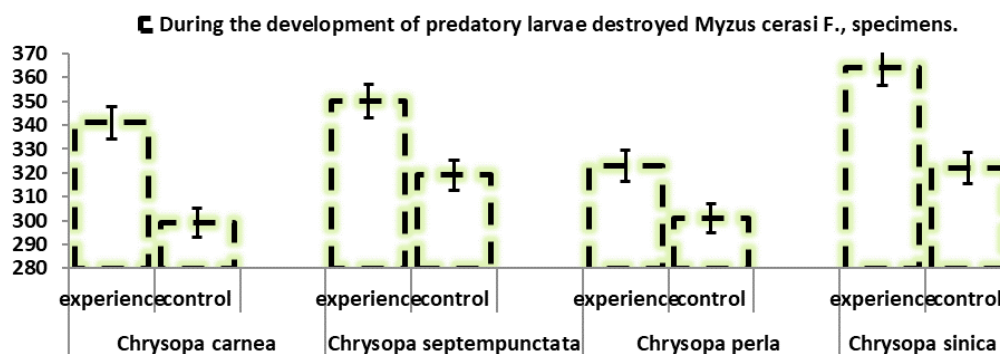


Figure 4. Influence of technological parameters of nutrition on the voracity of predatory larvae of green lacewings in relation to the host insect *Myzus cerasi* F. (2013-2018 years, average values)

The results of the experiments on the influence of technological parameters of the nutrition on the voracity of predatory green lacewings against the host insect *Myzus cerasi* F. are shown in Figure 4. In experimental variants, the average amount of *Myzus cerasi* F. destroyed during the period of the development of the predator larvae of green lacewings was: *Chrysopa carnea* Steph. – 341 specimens, *Chrysopa septempunctata* McLachlan. – 350 specimens, *Chrysopa perla* L. – 323 specimens and *Chrysopa sinica* – 364 specimens, which is 12.32%, 8.86%, 6.81% and 11.54% respectively, compared with the control variant.

The figure 5 shows the results of studies on the influence of technological parameters of nutrition on the efficiency of the use of predatory green lacewings as biological agents for limiting the harm of *Brevicoryne brassicae* L. and *Myzodes persice* Sulz. Experimental results show that green lacewings are typical polyphages, which feeds on eggs and larvae of aboriginal phytophages, limiting their potential harm.

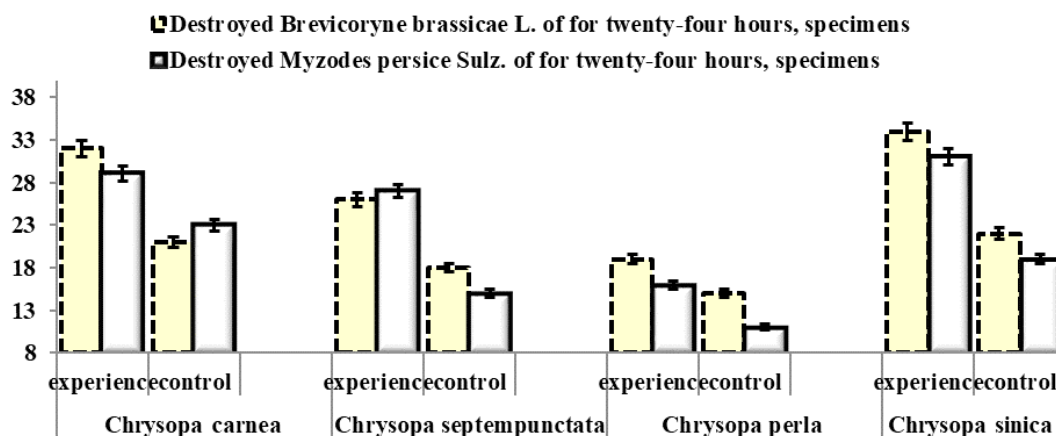


Figure 5. Influence of technological parameters of nutrition on efficiency of use of green lacewings as biological agents for limiting the harm of *Brevicoryne brassicae* L. and *Myzodes persice* Sulz. (2014-2018 years, average values)

It has been experimentally proved that the cultivation of predatory green lacewings experimental variants provides the best indicators for the elimination of harmful phytophages per day. Thus, for example, in experimental variants, the average number of dead specimens of aboriginal phytophages, *Brevicoryne brassicae* L. and *Myzodes persice* Sulz. was, per day: *Chrysopa carnea* Steph. – 32 and 29 specimens, *Chrysopa septempunctata* McLachlan – 26 and 27 specimens, *Chrysopa perla* L. – 19 and 16 specimens

and *Chrysopa sinica* Tj.– 34 and 31 specimens, which is, respectively, by 34.38 and 20.69%, 30.77 and 44.44%, 21.05 and 31.25%, and 35.29 and 38.71%, more compared to the control variant.

Optimizing the cultivation of predatory green lacewings has improved the development, increased the performance of the imago, increasing the effectiveness of their use as biological agents to limit the harmfulness of aboriginal phytophages.

As an example of the study, it can be argued that the production of a quality biological product based on green lacewings requires appropriate knowledge of the management of the technological process. The strategy of creating and using for this purpose green lacewings cultures, specifically adapted to changing agroecosystems conditions, is undoubtedly. Artificially created green lacewings cultures should have stable values of quality indicators and tolerance to adverse environmental factors.

CONCLUSIONS

The production of quality biological products based on green lacewings is possible due to the improvement of the methods of control of the technological process.

The proposed technological parameters for optimizing the diet for predatory green lacewings are consistent with the criteria of effectiveness, the strategy for the conservation of biodiversity, and meet the priorities for conservation, restoration and improvement of natural ecosystems.

REFERENCES

1. BUENO, A.F., FREITAS, S. (2004). Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. In: BioControl, vol. 49, Issue 3, pp. 277–283.
2. CANARD, M., LETARDI, A., THIERRY, D. (2007). The rare Chrysopidae (Neuroptera) of southwestern Europe. In: Europe acta oecologica, vol.31, pp. 290–298.
3. ENGEL, M.S., GRIMALDI, D. A. (2007). The neuropterid fauna of Dominican and Mexican amber (Neuroptera, Megaloptera, Neuroptera). In: American Museum Novitates, vol. 3587, pp. 1–58.
4. JACOMETTI, M., JORGENSEN, N., WRATTEN, S. (2010). Enhancing biological control by an omnivorous lacewing: floral resources reduce aphid numbers at low aphid densities. In: Biological Control, issue.55, pp.159–165.
5. JONSSON, M., WRATTEN, S. D., LANDIS, D. A., GURR, G. M. (2008). Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. In: Biological Control, vol. 45, pp.172–175.
6. KHRAMOV, A. (2016). Gosti iz proshlogo na podokonnike. In: Nauka i zhizn', № 1, pp. 56–58.
7. MOROZ, M.S. (2010). Optymizatsiya rozvedennyya zoofahiv iz rodiny Anthocoridae za rakhunok rozshyrennya vydovoho skladu yikh hospodariv. In: Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy, issue 145, pp. 168 –179.
8. MOROZ, M.S. (2015). Biological bases of optimization of the productivity of useful insects: Monograph. K.: Open Joint-Stock Company "Comprint". 480 p. ISBN 978-966-929-054-0.
9. MULLIGAN, E.A., FERRY, N., JOUANIN, L., ROMEIS, J., GATEHOUSE, A.M.R. (2010). Characterisation of adult green lacewing (*Chrysoperla carnea*) digestive physiology: impact of a cysteine protease inhibitor and a synthetic pyrethroid. In: Pest. Manag. Science, vol.66, pp.325–336.
10. PAPPAS, M. L., BROUFAS, G. D., KOVEOS, D. S. (2011). Chrysopid predators and their role in biological control. In: Journal of Entomology, vol.8, pp. 301–326.
11. PATHAN, A. K., SAYYED, A. H., ASLAM, M., LIU, T. X., RAZZAQ, M., GILLANI, W. A. (2010). Resistance to pyrethroids and organophosphates increased fitness and predation potential of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: Journal of Economic Entomology, vol.103, pp. 823–834.
12. PORCEL, M., RUANO, F., COTES, B., PENA, A., CAMPOS, M. (2013). Agricultural management systems affect the green lacewing community (Neuroptera: Chrysopidae) in olive orchards in southern Spain. In: Environmental Entomology, vol. 42(1), pp. 97–106.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

MOROZ Mykola

PhD in biology, associate professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
E-mail: mykolamoroz@i.ua

Received: 31.03.2020

Accepted: 03.06.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3893057

CZU: 633.854.78:631.526.323

RELAȚIA DINTRE DISTANȚA GENETICĂ ȘI DISTANȚA GEOGRAFICĂ LA UNELE POPULAȚII DE *OROBANCHE CUMANA* WALLR. DIN REPUBLICA MOLDOVA

Steliana CLAPCO, Rodica MARTEA, Maria DUCA

Abstract. The paper presents the results of the analysis of relationship between genetic distance and geographical distance in different broomrape populations (*Orobanche cumana*) - a rhizopathogen specific for sunflower that essentially affects the production of this important oil crop. Thirty-nine broomrape populations collected from different regions of the Republic of Moldova and belonging to different races ($\leq$ E, F, G and H) have been included in the study. Correlative analysis of the data with reference to the genetic distance calculated based on the results of fingerprinting with SSR (*Simple Sequence Repeats*) and ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) markers and to the geographical distance suggested that no correlation exists between these two parameters. The matrix of genetic distances was used as input for a principal coordinate analysis (PCoA). The PCoA revealed a more clear grouping of populations from the same region in the case of ISSR analysis, the main part of populations from central and southern part of the country being grouped into two clusters, regardless of their race.

Key words: Broomrape; Genetic distance; Geographic distance; SSR markers; ISSR markers.

Rezumat. Lucrarea prezintă rezultatele unui studiu destinat analizei relației dintre distanța genetică și distanța geografică la diverse populații de lupoae (*Orobanche cumana*) – un rizopatogen specific culturii de floarea-soarelui, care afectează esențial producția acestei plante oleaginoase importante. Investigația a inclus 39 de populații de lupoae provenite din diverse regiuni ale Republicii Moldova și aparținând diferitor rase ($\leq$ E, F, G și H). Analiza corelativă a datelor cu referire la distanța genetică calculată în baza rezultatelor amprentării cu markeri SSR (*Simple Sequence Repeats*) și ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) și a distanței geografice a pus în evidență absența corelațiilor semnificative dintre acești doi parametri. Analiza coordonatelor principale (PCoA), realizată în baza matricei distanțelor genetice, a relevat o grupare mai certă a populațiilor din aceeași regiune în cazul analizei cu markeri ISSR, populațiile provenite din partea centrală și de sud a țării, cu unele excepții, fiind grupate în două clustere distincte, indiferent de apartenența rasială.

Cuvinte-cheie: Lupoae; Distanță genetică; Distanță geografică; Marcheri SSR; Marcheri ISSR.

INTRODUCERE

În ultimii ani se constată o evoluție rapidă a raselor de lupoae (*Orobanche cumana*) – un rizopatogen specific culturii de floarea-soarelui, care afectează esențial producția acestei plante practic în toate țările cultivate (Duca, M. 2015; Molinero-Ruiz, L. et al. 2015). Înțelegerea mecanismului de apariție a raselor necesită o cunoaștere mai profundă a structurii genetice și dinamicii populațiilor de lupoae, studiile de acest tip fiind, însă, foarte limitate. Instrumente fiabile pentru astfel de cercetări sunt markerii moleculari, care oferă rezultate precise în termene restrânse.

Analiza diversității genetice a 8 populații de lupoae de origine diferită (Bulgaria, România, Turcia, Spania), cu implicarea markerilor RAPD, a relevat existența a două fonduri de gene incluzând populațiile din Europa de Est și, respectiv, pe cele din Spania, precum și divergențe esențiale între nivelul diversității genetice intra- și interpopulaționale (Gagne, G. et al. 1998), atribuite faptului că lupoai este o plantă autogamă (Satovic, Z. et al. 2009). Existența a două grupuri distincte de gene a fost raportată și cu referire la *O. cumana* din Tunisia (Jebri, M. et al. 2017). Un nivel înalt al diversității intrapopulaționale a fost stabilit, cu utilizarea markerilor SSR, în cazul lupoaii provenite din Rusia și Kazahstan (Guchetl, S. et al. 2014).

Recent, în Spania a fost constatată existența a două fonduri de gene îndepărtate genetic și caracterizate prin variabilitate intra- și interpopulațională semnificativ scăzută (Pineda-Martos, R. et al. 2014). Totodată, un șir de populații au prezentat o diversitate genetică mai înaltă, explicată prin prezența indivizilor din ambele fonduri de gene și a încrucișărilor dintre aceștia. Astfel, s-a stabilit că *O. cumana* nu este strict autogamă, într-o oarecare măsură realizându-se și polenizarea încrucișată. Datele au fost confirmate prin experiențe efectuate cu utilizarea unor forme mutante ale parazitului, lipsite de pigmentație antocianică (Rodríguez-Ojeda, M. et al. 2013).

De rând cu sistemul de încrucișare, un impact esențial asupra structurii genetice a populațiilor îl exercită condițiile geografice și climatice variabile, urmate de acțiunea selecției naturale (Jump,

A. et al. 2009). Un factor important ce împiedică fluxul genic și promovează diferențierea genetică intrapopulațională este considerată și distanța geografică (Kuss, P. et al. 2008), similitudinea genetică scăzând odată cu creșterea acesteia.

Ținând cont de cele expuse, în vederea elucidării diversității genetice a populațiilor de *O. cumana* de pe teritoriul Republicii Moldova, precum și a unor aspecte ale mecanismului de evoluție a raselor, scopul prezentei lucrări constă în analiza relației dintre distanța genetică și distanța geografică la diverse populații de lupoae.

MATERIALE ȘI METODE

Studiul a inclus analiza integrativă a profilelor moleculare, generate de markerii SSR (*Simple Sequence Repeats*) și ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*), a 39 de populații de lupoae provenite din diverse regiuni ale Republicii Moldova și aparținând diferitor rase ($\leq$ E, F, G și H), conform figurii 1 (Duca, M. et al. 2017b; Duca, M. et al. 2019).

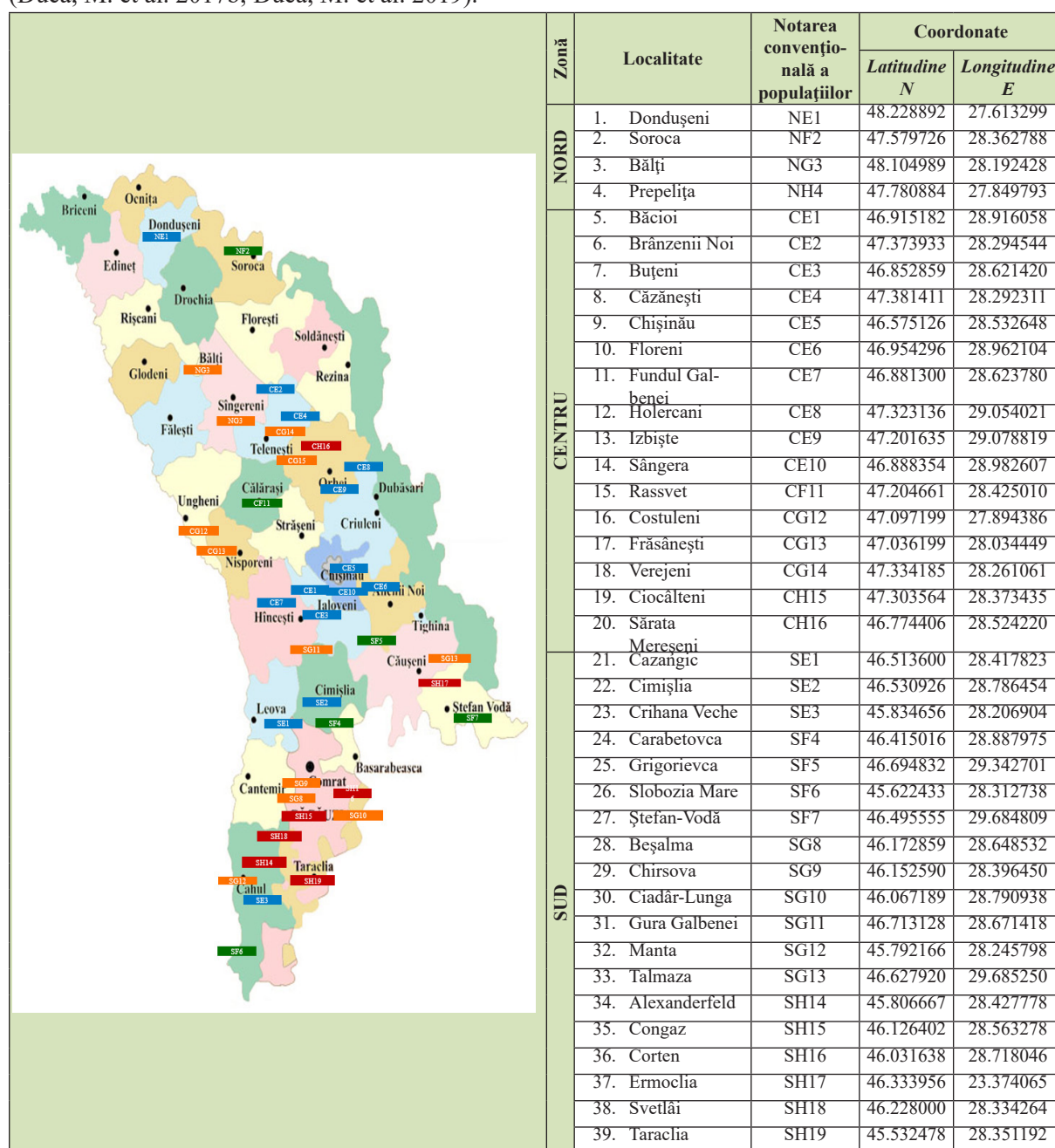


Figura 1. Locațiile geografice și coordonatele a 39 de populații de *O. cumana* studiate

*Populațiile din diferite rase și regiuni sunt indicate pe hartă după cum urmează: albastru – rasa E; verde – rasa F; oran – rasa G; roșu – rasa H; N – regiunea Nord, C – regiunea Centru, S – regiunea Sud.

Distanța genetică (DG) dintre populațiile evaluate s-a determinat după Nei (Nei, M. 1978), în baza indicelui de similaritate Jaccard, conform formulei: $DG = -\ln(SG)$. Matricea DG a fost utilizată pentru analiza coordonatelor principale (PCoA). PCoA a fost realizată în programul XLSTAT, versiunea 2018.1. De asemenea, pentru fiecare combinație posibilă de populații, în conformitate cu coordonatele locului de colectare a probelor (latitudine/longitudine) a fost calculată distanța geografică în kilometri, cu aplicarea calculatorului online (<https://www.nhc.noaa.gov/gccalc.shtml>).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Una dintre abordările utilizate în studiile diversității genetice inter- și intrapopulaționale se bazează pe comparația genotipurilor individuale și construcția unei matrice de similaritate/disimilaritate genetică (Kosman, E. et al. 2005). În acest scop sunt utilizați markerii moleculari dominanți, de tipul RAPD și ISSR (Benharrat, H. et al. 2002; Ciuca, M. et al. 2004), precum și markerii SSR, cărora li se acordă prioritate în ultimul timp datorită avantajelor oferite – moștenirea codominantă, numărul multiplu de alele și gradul înalt de polimorfism (Bilgen, B. et al. 2019; Martin-Sanz, et al. 2016; Pineda-Martos, R. et al. 2013, 2014). Markerii SSR și ISSR au fost utilizați inclusiv pentru studiul diversității populațiilor de *O. cumana* de pe teritoriul Republicii Moldova (Duca, M. et al. 2017b; Duca, M. et al. 2019), unde patogenul a fost detectat încă la sfârșitul secolului XIX, dezvoltând rapid rase noi, astfel încât, actualmente, pe câmpurile din țară sunt prezente toate rasele cunoscute, inclusiv cele mai virulente (G și H) (Duca, M., 2015; Duca, M. et al. 2017a).

Analiza amprentelor moleculare, obținute cu utilizarea a 12 markeri SSR (Duca, M. et al. 2017b) și 13 ISSR (Duca, M. et al. 2019), a relevat particularități moleculare comune sau asemănătoare, dar și divergențe genetice între cele 39 de populații de *Orobancha cumana* colectate din diferite localități ale Republicii Moldova. Astfel, distanța genetică, care relevă gradul de înrudire (similaritate/disimilaritate), fiind un indicator util pentru reconstrucția istoriei populațiilor și înțelegerea originii biodiversității, a demonstrat valori cuprinse între 0,16-0,75 și, respectiv, 0,17-0,81 (tabelul 1). Aceste date sugerează că printre populațiile studiate se întâlnesc grupuri cu multe gene similare, cu distanțe genetice mici, fiind strâns legate și/sau având un strămoș comun recent, precum și populații cu o structură genetică distantă. De remarcat că distanța geografică minimă dintre combinațiile populațiilor de lupoaie a constituit 45 km, iar cea maximă – 189 km.

În baza datelor obținute cu markerii SSR, cele mai variabile valori ale distanței genetice au fost detectate în regiunea de Sud (DG=0,16-0,75) și centrală a țării (DG=0,27-0,73). La populațiile din partea de Nord, indicii dați variază nesemnificativ, ceea ce este evident, ținând cont de numărul redus de populații analizate din această regiune. Cele mai mari valori ale distanței genetice (DG=0,75) s-au constatat la populațiile SE1-SF7 (Cazangic – Ștefan-Vodă) și SF6-CF11 (Gura Galbenei – Rassvet), aparținând raselor E și F. Valorile maxime ale distanței genetice în regiunea de Nord (0,63) și Centru (0,73) au fost constatate pentru populațiile NF2-NG3 (Soroca și Bălți) și CG12-CF11 (Rassvet și Costuleni), iar în partea de Sud – între SE1-SF7 (Cazangic și Ștefan-Vodă).

Tabelul 1. Distanța genetică și geografică a populațiilor de lupoaie de pe teritoriul Republicii Moldova (în funcție de regiunea de proveniență)

	Populații	Distanță maximă		Populații	Distanță minimă		Media
		Genetică	Geografică, km		Genetică	Geografică, km	
NORD							
SSR	NF2-NG3	0,63	60	NF2-NH4	0,46	44	0,53
ISSR	NF2-NG3	0,58	60	NE1-NH4	0,37	53	0,45
CENTRU							
SSR	CG12-CF11	0,73	42	CE2-CE6	0,27	69	0,46
ISSR	CE2-CE7	0,52	60	CE7-CH16	0,22	95	0,39
SUD							
SSR	SE1-SF7	0,75	97	SG10-SH19	0,16	68	0,48
ISSR	SG12-SG8	0,76	98	SG13-SF7	0,21	48	0,45
TOATE POPULAȚIILE							
SSR	CF11-SF6 SE1-SF7	0,75	124	SG10-SH19	0,16	68	0,49
ISSR	NH4-SG8	0,81	189	NF2- SH16	0,17	174	0,45

La analiza per ansamblu a populațiilor de lupoaie, cele mai mici valori ale distanței genetice și, respectiv, cel mai înalt grad de similaritate, au fost constatate între probele SG10-SH19 ($DG=0,16$), colectate din Ciadâr-Lunga și Taraclia, precum și la CH15-SG13, CH16-SH15, SF4-SG9 ($DG=0,21-0,25$). Pe regiuni, valorile minime se constată la următoarele grupuri de populații – NF2-NH4 (Nord), CE2-CE6 (Centru) și, respectiv, SG10-SH19 (Sud).

În mod similar, rezultatele analizei populațiilor de lupoaie cu utilizarea markerilor ISSR denotă faptul că distanța genetică a variat de la 0,17 până la 0,81 pentru NF2-SH17 (Soroca – Ermoclia) și, respectiv, pentru NH4-SG8 (Prepețița – Beșalma). În funcție de poziția geografică, populațiile au prezentat valori minime ale distanței genetice în cazul combinațiilor NE1-NH4 ($DG=0,37$), CE7-CH16 ($DG=0,22$) și SG13-SF7 ($DG=0,21$), iar valori maxime – în cazul NF2-NG3 ($DG=0,58$), CE2-CE7 ($DG=0,39$) și SG12-SG8 (0,76).

S-a constatat că, pentru ambele tipuri de markeri utilizați, nu a existat o diferență esențială între valorile medii ale distanței genetice între populații per ansamblu ($DG=0,49$ în cazul SSR și $DG=0,45$ în cazul ISSR), și nici pentru plantele colectate din regiunea de Sud ($DG=0,48$ și $DG=0,45$, respectiv), distincții mai evidente fiind relevate în cazul probelor din Nord ($DG=0,53$ și $DG=0,45$) și Centru ($DG=0,46$ și $DG=0,39$). Dintre toate perechile de populații (740 de variante), majoritatea au prezentat valori ale distanței genetice mai mici sau egale cu 0,5, ponderea acestora fiind mai înaltă în cazul analizei cu markeri ISSR, comparativ cu markerii SSR. Astfel, la amprentarea SSR, indici mai mici de 0,5 au fost relevați în 56% de cazuri, pe când la analiza ISSR acest indicator a fost de 76%. La analiza populațiilor per regiuni, cele mai mari diferențe între ponderea combinațiilor cu valori mai mici sau egale cu 0,5 au fost stabilite în zona de Nord, constituind 33% și, respectiv, 100% în cazul markerilor SSR și ISSR, și în zona de Sud – cu 70% și, respectiv, 98%. În regiunea centrală diferența este de doar 10%, ponderea combinațiilor fiind de 64% la analiza SSR și de 74% la analiza ISSR.

Analizând lotul integral de populații de lupoaie colectate de pe teritoriul Republicii Moldova, s-a constatat că, în cazul amprentării SSR, cele mai distanțate din punct de vedere genetic ($DG=0,73-0,75$) sunt probele colectate în partea de Sud a țării: SE1-SF7 (Cazangic – Ștefan-Vodă); SF6-CF11 (Gura Galbenei – Rassvet), SE1-SH18 (Cazangic – Svetlâi), SF6-SG11 (Slobozia Mare – Gura Galbenei), SF6-SG11 (Slobozia Mare – Gura Galbenei), SE1-SF6 (Cazangic – Slobozia Mare), deși acestea sunt amplasate în aceeași regiune, iar distanța geografică dintre ele nu este atât de mare, variind între 32-124 km. O tendință similară este observată inclusiv la analiza datelor per regiune. Astfel, distanța geografică dintre populațiile cu cele mai mari valori ale distanței genetice constituie 60 km la probele din Nord, 42 km la cele din Centru și 97 km la cele din Sud. Valorile menționate nu se deosebesc esențial de cele remarcate la combinațiile care sunt cele mai apropiate din punct de vedere genetic. În acest context, distanța dintre probele care au marcat cele mai mici valori ale distanței genetice este cuprinsă între 68-125 km.

Un tablou diferit s-a conturat în cazul amprentării ISSR, cele mai mari distanțe genetice ($DG=0,78-0,81$) fiind constatate la combinațiile dintre diverse populații de lupoaie din regiunea de Sud cu probe din Nord (NE1-SG8; NG3-SG8; NH4-SG8) și Centru (CE9-SG8), distanțate semnificativ, inclusiv geografic (119-241 km). Totodată, unele populații, deși sunt, practic, la fel de distanțate genetic ($DG=0,74-0,76$), sunt localizate la distanțe fizice de 32-99 km. Distanțele geografice sunt destul de mari și în cazul majorității combinațiilor ce au prezentat valori minime ale distanței genetice (0,17-0,23). Astfel, distanța geografică la populațiile NF2-SH16 (Soroca – Corten), CE3-SH17 (Buțeni – Ermoclia), CH16-SH17 (Sarata-Mereșeni – Ermoclia), SE2-SH17 (Cimișlia – Ermoclia), SF7-SH17 (Ștefan-Vodă – Ermoclia) variază între 174-484 km. În cazul unor combinații, atât distanța genetică, cât și cea geografică prezintă valori minime, constituind 0,22-0,23 și, respectiv, 6-43 km.

Datele analizei coordonatelor principale (PCoA), generate în baza amprentelor moleculare, prezentate în figura 2, pun în evidență diferențele esențiale dintre populații, acestea fiind dispersate pe grafic într-un spațiu bidimensional, și relevă gruparea preferențială a populațiilor amplasate în aceeași regiune geografică.

În reprezentarea grafică generată în baza matricelor de date SSR (figura 2A), cele mai distanțate și dispersate spațial sunt populațiile din Rassvet (CF11), Costuleni (CG12), Cazangic (SE1), Slobozia Mare (SF6), Ștefan-Vodă (SF7), Gura Galbenei (SG11), Ermoclia (SH17), din Sudul și Centrul țării, precum și probele colectate din localitatea Bălți (NG3), regiunea de Nord. Populațiile menționate se caracterizează prin cel mai înalt nivel de disimilaritate față de celelalte populații, iar diverse combinații ale acestora cu populații provenite din alte localități prezintă valori maxime ale distanței genetice (tabelul 1).

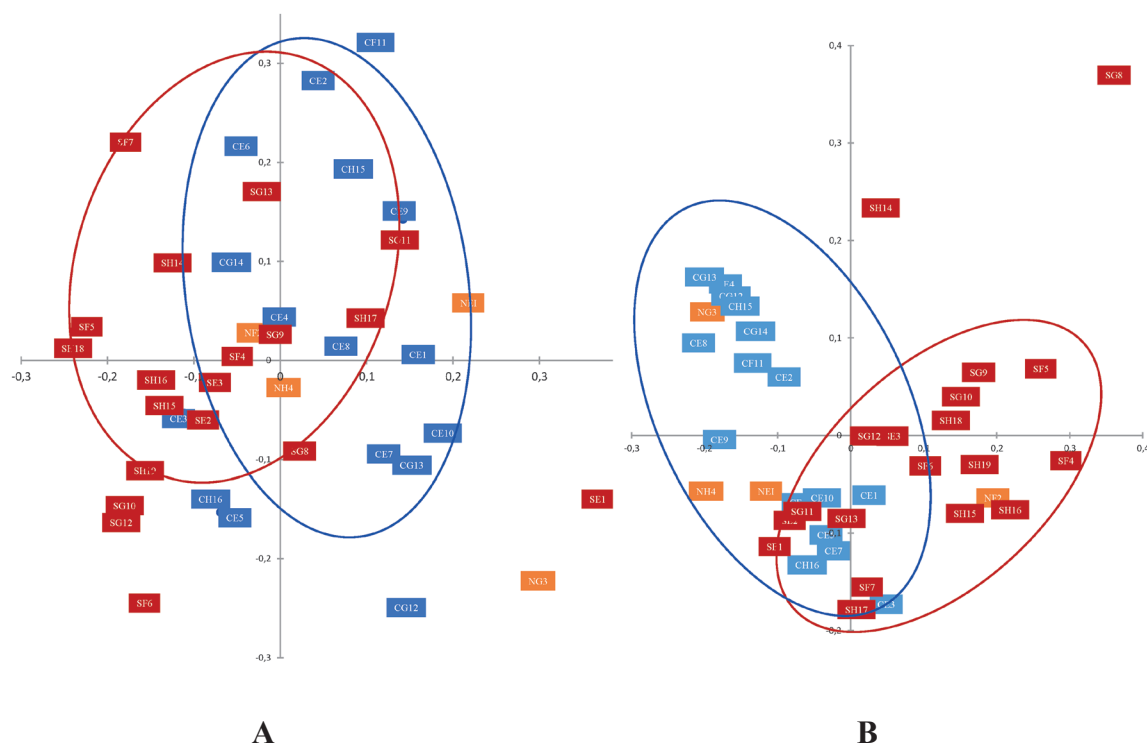


Figura 2. Analiza coordonatelor principale (PCoA) în baza amprentelor moleculare a 39 de populații de *O. cumana* cu utilizarea markerilor SSR (A) și ISSR (B)

O grupare mai certă a populațiilor cu proveniență geografică comună (din aceeași regiune) se relevă în cazul analizei cu markeri ISSR (figura 2B). Astfel, populațiile provenite din partea centrală și sudică a țării, cu unele excepții, sunt grupate în două clustere distincte, indiferent de apartenența rasială, iar populațiile din Nordul Moldovei sunt dispersate în ambele grupuri. De asemenea, se demonstrează o similitudine genetică redusă a populațiilor SG8 (Beșalma) și SH14 (Alexanderfeld), în raport cu celelalte populații analizate, acestea prezentând o distanță genetică înaltă.

Analiza corelativă a datelor cu referire la distanța genetică, calculată în baza rezultatelor amprentării cu markeri SSR și ISSR, și a celor privind distanța geografică pune în evidență absența corelațiilor semnificative dintre acești doi parametri, acest fapt fiind mai evident în cazul studiului SSR (tabelul 2).

Tabelul 2. Relația dintre distanța genetică, stabilită în baza amprentelor SSR și ISSR, și cea geografică (în funcție de regiunea de proveniență a lupoaiei)

	DG (SSR) / Distanța geografică	DG (ISSR) / Distanța geografică
Nord		
N x N	-0,16 ^{ns}	0,39 ^{ns}
N x C	0,12 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
N x S	0,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Centru		
C x N	0,12 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
C x C	0,21 ^{ns}	0,48 ^{ns}
C x S	-0,01 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
Sud		
N x S	0,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}
C x S	-0,01 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
S x S	0,06 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
Toate populațiile		
	0,12 ^{ns}	0,08 ^{ns}

Notă: ^{ns} – valori ne semnificative statistic

La utilizarea markerilor ISSR, în cazul populațiilor din partea de Nord și de Centru a țării, au fost puse în evidență valori mai înalte ale coeficienților de corelație dintre distanța genetică și cea geografică ($N:N=0,39$ și, respectiv, $C:C=0,48$), acestea fiind, însă, ne semnificative statistic.

Divergențele semnificative, inclusiv dintre populațiile amplasate geografic la distanțe mici, sugerează faptul că fluxul de gene între populații este destul de redus, iar diferențele dintre populații pot fi atribuite preferențial introducerii separate a acestora, în diferite zone, concomitent cu semințele de floarea-soarelui, date similare fiind raportate și de alți cercetători (Jebri, M. et al. 2017; Pineda-Martos, R. et al. 2014).

Analiza datelor amprentării SSR în cazul grupării populațiilor de lupoaie în baza criteriului de apartenență rasială (E, F, G, H) relevă cele mai mici valori ale distanței genetice la combinația CE2-CE6 ($DG=0,27$) pentru rasa E, la SF5-SF7 ($DG=0,33$) pentru rasa F, la SG8-SG9 ($DG=0,28$) pentru rasa G și la CH16-SH15 ($DG=0,23$) pentru rasa H (tabelul 3).

Tabelul 3. Distanța genetică și geografică a populațiilor de lupoaie de pe teritoriul Republicii Moldova (în funcție de apartenența rasială)

	Populația	Distanța maximă		Populația	Distanța minimă		Media
		Genetică	Geografică, km		Genetică	Geografică, km	
RASA E							
SSR	CE2-SE1	0,70	96	CE2-CE6	0,27	69	0,48
ISSR	CE2-CE7	0,52	60	CE1-CE6	0,25	6	0,40
RASA F							
SSR	CF11-SF6	0,75	176	SF5-SF7	0,33	34	0,53
ISSR	CF11-SF4	0,54	95	NF2-SF4	0,23	135	0,41
RASA G							
SSR	NG3-SG11	0,63	159	SG8-SG9	0,28	80	0,47
	NG3-SG13	0,63	199				
ISSR	NG3-SG8	0,78	217	SG11-SG13	0,28	78	0,49
RASA H							
SSR	SH14-SH15	0,58	37	CH16-SH15	0,23	72	0,45
ISSR	SH14-SH15	0,72	37	CH16-SH17	0,23	397	0,47

De menționat că majoritatea dintre populațiile date sunt colectate din aceeași regiune, distanța geografică dintre ele variind între 34-80 km. Valorile maxime ale distanței geografice au fost stabilite la combinațiile CE2-SE1 ($DG=0,70$) pentru probele din rasa E, la CF11-SF6 ($DG=0,75$) pentru probele din rasa F, NG3-SG11 și NG3-SG13 ($DG=0,63$) pentru probele din rasa G și SH14-SH15 ($DG=0,58$) pentru cele din rasa H. Se poate constata, astfel, că cele mai distanțate genetic sunt îmbinările dintre populații care provin din diverse zone geografice, amplasate la distanțe de 96-397 km.

Un tablou distinct se remarcă în cazul rezultatelor obținute cu implicarea markerilor ISSR, constatăndu-se că distanța geografică variază esențial, de la valori destul de mici (6,0 km) până la valori mari (397,0 km), atât în cazul populațiilor cel mai distanțate, cât și al celor mai apropiate din punct de vedere genetic. Astfel, valorile maxime ale distanței genetice la populațiile de lupoaie din diferite rase variază între 0,52-0,78, iar cele minime – între 0,23-0,28, pe când distanțele geografice dintre populațiile menționate sunt cuprinse între 37-217 km și, respectiv, 6-397 km.

Generalizând rezultatele obținute, se constată că, la majoritatea raselor, distanța genetică dintre populații este, preferențial, mai mare de 0,5 la amprentarea SSR și, respectiv, mai mică de 0,5 la utilizarea markerilor ISSR. Astfel, la analiza SSR, ponderea combinațiilor ce au prezentat valori ale $DG \geq 0,5$ a constituit 48% (rasa E), 67% (rasa F), 54% (rasa G) și 36% (rasa H) din totalul de combinații posibile. În cazul studiului cu markeri ISSR, ponderea combinațiilor caracterizate prin valori ale $DG \geq 0,5$ a fost semnificativ mai mică, în special pentru probele din rasa E și F (5,5% și, respectiv, 13%), și aproximativ egală cu cea relevată la analiza SSR pentru combinațiile de populații aparținând raselor mai virulente G (43%) și H (32%).

În cazul grupării populațiilor în funcție de apartenența rasială, analiza corelativă a datelor privind distanța genetică și cea geografică denotă existența unor corelații slabe (0,30-0,37) la rasele E și G, în cazul ambelor tipuri de markeri. Populațiile din rasa F se evidențiază prin corelații rezonabile, în sens pozitiv (0,50), la amprentarea SSR, și prin valori negative (-0,55) – la amprentarea ISSR (tabelul 4).

Tabelul 4. Relația dintre distanța genetică, stabilită în baza amprentelor SSR și ISSR, și cea geografică (în funcție de apartenența rasială)

Rasa	DG (SSR) / Distanța geografică	DG (ISSR) / Distanța geografică
E	0,17 ^{ns}	0,37*
F	0,50**	-0,55**
G	0,30**	0,33**
H	0,26 ^{ns}	-0,29 ^{ns}

Notă: ^{ns} – valori nesemnificative statistic; * valori semnificative la nivelul de semnificație $p < 0.01$; ** valori semnificative la nivelul de semnificație $p < 0.05$;

Deși unele studii au arătat că izolarea geografică afectează în mod semnificativ diferențierea populațiilor și că distanțele genetice sunt corelate cu distanțele geografice (Alpert, P. et al. 1993), în cazul prezentelor analize nu au fost detectate corelații evidente și semnificative între distanțele genetice și geografice. Rezultatele obținute corespund datelor raportate de alți cercetători, conform cărora distanțele geografice nu provoacă neapărat diferențierea genetică a populațiilor și că acești parametri nu corelează semnificativ (Wang, Q. et al. 2003).

CONCLUZII

Analiza corelativă a datelor privind distanța genetică calculată în baza rezultatelor amprentării cu markeri SSR și ISSR a 39 populații de lupoai provenite din diverse regiuni ale Republicii Moldova, aparținând diferitor rase ($\leq$ E, F, G și H), și a distanței geografice a pus în evidență absența corelațiilor semnificative dintre acești doi parametri.

Studiul coordonatelor principale (PCoA), realizat în baza matricei distanțelor genetice, a relevat o grupare mai certă a populațiilor din aceeași regiune în cazul analizei cu markeri ISSR, populațiile provenite din zona de Centru și de Sud a țării, cu unele excepții, fiind grupate în două clustere distincte, indiferent de apartenența rasială.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- ALPERT, P., LUMARET, R.D., GIUSTO, F. (1993). Population structure inferred from allozyme analysis in the clone herb *Fragaria chiloensis* (Rosaceae). In: American Journal of Botany, vol. 80, pp. 1002–1006. ISSN 0002-9122.
- BENHARRAT, H., THALOUARN, P., THEODET, C., VERONESI, C. (2002). Orobanche species and population discrimination using intersimple sequence repeat. In: Weed Research, vol. 42, pp. 470-475. ISSN 0043-1737.
- BILGEN, B. B., BARUT, A. K., DEMIRBAŞ, S. (2019). Genetic characterization of Orobanche cumana populations from the Thrace region of Turkey using microsatellite markers, In: Turkish Journal of Botany, vol. 43, pp. 38-47. ISSN 1300-008X.
- CIUCA, M., PACUREANU, M., IUORAS, M. (2004). RAPD markers for polymorphism identification in parasitic weed Orobanche cumana Wallr. In: Romanian Agricultural Research, vol. 21, pp. 29-32. ISSN 1222-4227.
- DUCA, M. (2015). Historical aspects of sunflower researches in the Republic of Moldova. In: Helia, vol. 38, pp. 79–92. ISSN 1018-1806.
- DUCA, M., ACCIU, A., CLAPCO, S. (2017a). Distribuția geografică și caracteristica unor populații de O. cumana din Republica Moldova. In: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele Vieții, vol. 2(332), pp. 65-76. ISSN 1857-064X.
- DUCA, M., JOIȚA-PĂCUREANU, M., PORT, A., MARTEA, R., BOICU, A., RÎȘNOVEANU L., CLAPCO S. (2019). Genetic diversity analysis of sunflower broomrape populations from Republic of Moldova using ISSR markers. In: Romanian Agricultural Research, vol. 37, pp.3-11. ISSN 1222-4227.
- DUCA, M., PORT, A., BOICU, A., ȘESTACOVA, T. (2017b). Molecular characterization of broomrape populations from republic of Moldova using SSR markers. In: Helia, vol. 40, pp. 47-59. ISSN 1018-1806.
- GAGNE, G., ROECKEL-DREVET, P., GREZES-BESSET, B. et al. (1998). Study of the variability and evolution of Orobanche cumana populations infesting sunflower in different European countries. In: Theoretical and Applied Genetics, vol. 96, pp. 1216–1222. ISSN 0040-5752.
- GUCHETL, S.Z., ANTONOVA, T.S., TCHELUSTNIKOVA, T.A. (2014). Genetic similarity and differences between the Orobanche cumana Wallr. populations from Russia, Kazakhstan, and Romania revealed using the markers of simple sequence repeat. In: Russian Agricultural Sciences, vol. 40, pp. 326-330. ISSN 1068-3674.

11. JEBRI, M., BEN KHALIFA, M., FAKHFAKH, H., PÉREZ-VICH, B., VELASCO, L. (2017). Genetic diversity and race composition of sunflower broomrape populations from Tunisia. In: *Phytopathologia Mediterranea* vol. 56, pp. 421-430. ISSN 0031-9465.
12. JUMP, A.S., MARCHANT, R., PEÑUELAS, J. (2009). Environmental change and the option value of genetic diversity. In: *Trends in Plant Science*, vol. 14, pp. 51-58. ISSN 1360-1385.
13. KOSMAN, E., LEONARD, K.J. (2005). Similarity coefficients for molecular markers in studies of genetic relationships between individuals for haploid, diploid, and polyploid species. In: *Molecular Ecology*, vol. 14, pp. 415 - 424. ISSN 0962-1083.
14. KUSS, P., PLUESS, A.R., AEGISDOTTIR, H.H., STOCKLIN, J. (2008). Spatial isolation and genetic differentiation in naturally fragmented plant populations of the Swiss Alps. In: *Journal of Plant Ecology*, vol. 1, pp. 149-159. ISSN 1752-9921.
15. SATOVIC, Z., JOEL, D. M., RUBIALES, D., CUBERO, J. I., ROMÁN, B. (2009). Population genetics in weedy species of Orobanche. In: *Australian Plant Pathology*, vol. 38, pp. 228-234. ISSN 0815-3191.
16. MARTÍN-SANZ, A., JEBRI, M., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J. M., PÉREZ-VICH, B., VELASCO, L. (2016). Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity. In: *Frontiers in Plant Science*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00589>.
17. MOLINERO-RUIZ, L., DELAVault, Ph., PÉREZ-VICH, B., PACUREANU-JOITA, M., BULOS, M., ALTIERI, E., DOMÍNGUEZ, J. (2015). History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. In: *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 13, pp. 1-19. ISSN 1695-971X.
18. NEI, M. (1978). Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. In: *Genetics*, vol. 89, pp. 583-590. ISSN 0016-6731.
19. PINEDA-MARTOS, R., VELASCO, L., FERNANDEZ-ESCOBAR, J., FERNANDEZ-MARTINEZ, J.M., PÉREZ-VICH, B. (2013). Genetic diversity of *Orobanche cumana* populations from Spain assessed using SSR markers. In: *Weed Research*, vol. 53, pp. 279-289. ISSN 0043-1737.
20. PINEDA-MARTOS, R., PUJADAS-SALVÀ, J. A., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J.M., STOYANOV, K., VELASCO, L., PÉREZ-VICH, B. (2014). The genetic structure of wild *Orobanche cumana* Wallr. (*Orobanchaceae*) populations in Eastern Bulgaria reflects, introgressions from weedy populations. In: *The Scientific World Journal*, <https://doi.org/10.1155/2014/150432>.
21. RODRÍGUEZ-OJEDA, M. I., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J. M., VELASCO, L., PÉREZ-VICH, B. (2013). Extent of cross-fertilization in *Orobanche cumana* Wallr. In: *Biologia plantarum*, vol. 57, pp. 559-562. ISSN 1435-8603.
22. WANG, Q. (2003). Genetic diversity of three species of *Ligularia* (Asteraceae) in Eastern of Qinghai- Tibet plateau of China. M.D. Thesis, pp. 14-19.

INFORMAȚIE DESPRE AUTORI

CLAPCO Steliana  <https://orcid.org/0000-0001-7147-2740>

doctor în științe biologice, conferențiar cercetător, Centrul de Genetică Funcțională, Universitatea de Stat “Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

E-mail: clapcostela@gmail.com

MARTEA Rodica  <https://orcid.org/0000-0002-1244-7147>

doctor în științe biologice, Centrul de Genetică Funcțională, Universitatea de Stat “Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

E-mail: rodica.martea@gmail.com

DUCA Maria  <https://orcid.org/0000-0002-5855-5194>

doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar, academician, Centrul de Genetică Funcțională, Universitatea de Stat “Dimitrie Cantemir”, Republica Moldova

E-mail: mduca2000@yahoo.com

Data prezentării articolului: 06.04.2020

Data acceptării articolului: 25.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3892939

УДК:634.8:631.811.98(478)

ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТА ВИНОГРАДА БИАНКА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ

Елена ГИНДА

Abstract. The research was carried out on the vineyards of Tiraspol Wine and Brandy Factory “KVINT”. The physiologically active substances gibberellin (100 mg/l) and Mycephyt in three concentrations – 1, 10 and 100 mg/l were used to treat grape plants of the technical grape variety Bianca. The treatment of grape plants before flowering with Mycephyt at a concentration of 10 mg/l was the most effective: the mass of the bunch and the number of berries in the bunch were 29.8 and 29.3% higher respectively compared to the control. The yield increase was 2.3 t/ha or 26.1%. A significant increase in the amount of sugars in the must to 22.7% versus 22.1% was noted in the variant of plant treatment during post-fertilization with Mycephyt at a concentration of 10 mg/l, while titratable acidity was at the control level. Mycephyt treatment at a concentration of 10 and 100 mg/l before flowering stimulated the accumulation of higher (by 20.2 and 7.5% respectively) potassium content in the must, compared with the control. The quantitative content of manganese, copper, iron in all cases did not exceed the permissible norms. The results obtained showed the promise of using Mycephyt to increase the productivity of grape plantings of the technical Bianca variety.

Key words: Grapevines; Gibberellin; Mycephyt; Bunch structure; Crop yield; Quality.

Реферат. Исследования проводили на виноградных насаждениях Тираспольского винно-коньячного завода «KVINT». Физиологически активные вещества гиббереллин (100 мг/л) и мицефит в трех концентрациях – 1, 10 и 100 мг/л использовали для обработки растений винограда сорта технического направления Бианка. Обработка растений винограда перед цветением мицефитом в концентрации 10 мг/л оказалась наиболее эффективной: масса грозди и количество ягод в грозди были соответственно на 29,8 и 29,3% выше в сравнении с контролем. Прибавка урожая составила 2,3 т/га или 26,1%. Достоверное увеличение суммы сахаров в сусле до 22,7% против 22,1% было отмечено в варианте обработки растений в период постоплодотворения мицефитом в концентрации 10 мг/л, в то время как титруемая кислотность была на уровне контроля. Варианты обработки мицефитом в концентрации 10 и 100 мг/л перед цветением стимулировали накопление большего количества калия в сусле соответственно на 20,2 и 7,5 % выше контроля. Количественное содержание марганца, меди, железа во всех вариантах не превышало допустимых норм. Полученные результаты показали перспективность использования мицефита для увеличения продуктивности виноградных насаждений технического сорта Бианка.

Ключевые слова: Виноград; Гиббереллин; Мицефит; Строение грозди; Урожайность; Качество.

ВВЕДЕНИЕ

В Приднестровском регионе имеется большой потенциал для выпуска уникальной винодельческой продукции. В последние десятилетия площади занятые под виноградными насаждениями и производство ягод винограда увеличиваются. В современных условиях наиболее полно реализовывать свои биологические особенности сорт может лишь при высоком уровне организации производства, использовании наиболее эффективных технологий. Одним из резервов увеличения выхода и качества продукции отрасли виноградарства является применение физиологически активных веществ, являющимися наиболее эффективным средством для увеличения продуктивности виноградных насаждений.

Установлено, что применение физиологически активных веществ, способствует достоверному увеличению средней массы грозди за счет увеличения в ней как массы, так и количества ягод (Радчевский, П. и др. 2018; Авидзба, А. и др. 2010; Барчукова, А. и др. 2013; Казахмедов, Р. 2013). В насаждениях винограда сорта Цитронный Магарача 3-х кратная обработка препаратом Атоник обеспечила получение прибавки урожая на 0,1 т/га за счёт увеличения количества ягод в грозди в среднем на 5,6 шт. (Попова, В. 2015). Применение регуляторов роста на семенных сортах винограда позволило увеличить количество ягод в грозди, получить полную бессемянность грозди, а также повысить урожайность (Казиев, М.-Р., 2012). Препараты Вымпел и Биолан на сортах Алиготе и Ркацители увеличили урожайность соответственно на 18,7-22,0 и 25,5-26,3 %, снижали титруемую кислотность на 0,7-1,4 г/дм³ (Шепелева, В. и др., 2018). Исследователями достаточно

хорошо изучено влияние физиологически активных веществ на содержание в ягодах сахаров и на титруемую кислотность (Дерендовская, А. и др. 2010; Мананков, М. 1989; Chekol, T. и др. 1991; Казахмедов, Р. 1996; Панова, М. и др. 2016; Раджабов, А. и др. 2016).

Качество вина в значительной степени определяется химическим составом ягод винограда. Содержание минеральных веществ в виноградном сусле зависит от сорта, приемов агротехники и других факторов. Минеральные вещества необходимы для питания дрожжей, они влияют на вкус и стабильность вина. Ионы железа и меди участвуют в окислительно-восстановительных реакциях в роли катализаторов, вызывают металлические помутнения, нежелательные изменения букета и вкуса (Шольц, Е. и др. 1990). От содержания марганца и меди зависят характер брожения, формирование качества вина, гармоничность и развитие букета вина.

Ранее нами было установлено положительное влияние препарата мицефит в концентрациях 10 и 100 мг/л на урожайность и качество технических сортов винограда Мерло, Солярис, Первенец Магарача, Уньи блан и др., отмечена их сортовая чувствительность к его действию, что и определило актуальность наших исследований (Гинда, Е. и др. 2015; Гинда, Е. 2017).

Целью данных исследований было изучение влияния физиологически активных веществ гиббереллин и мицефит на строение грозди винограда, урожайность, качество и содержание минеральных элементов в соке ягод сорта технического направления Бианка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые опыты проводились на виноградных насаждениях Дойбанской зоны производства ЗАО ТВКЗ «KVINT» с. Дойбаны, Дубоссарского района, Приднестровского региона в 2008-2012 гг. Растения винограда обрабатывали растворами следующих препаратов: гиббереллин (100 мг/л), мицефит в трех концентрациях – 1, 10 и 100 мг/л. Норма расхода рабочей жидкости при обработке растений 0,4 л/куст. Культура винограда неукрывная и на богаре. Система ведения кустов – высокоштамбовый двусторонний кордон. Схема посадки 2,5 x 1,25 м.

При закладке полевого опыта, проведении учетов, наблюдений и других видов полевых работ использовали общепринятые методики (Музыченко, Б. 1978). Учет урожая выполнен весовым методом с подсчетом гроздей. Анализ механического состава грозди винограда проводили по методике Н.Н. Простосердова (Простосердов, Н. 1963) в лаборатории Дойбанской зоны производства ЗАО ТВКЗ «KVINT».

Определение сахаристости и титруемой кислотности сока ягод проводили в лаборатории ЗАО ТВКЗ «KVINT» Дойбанской зоны производства при уборке урожая по ГОСТ 8756.13-87 [ГОСТ 8756.13-87] и ГОСТ 25555.0-82 [ГОСТ 25555.0-82]. Содержание меди, железа, калия, марганца в виноградном сусле определяли методом пламенной атомизации с помощью атомно-абсорбционного спектрометра (ААС) по атомным спектрам поглощения в лаборатории ЗАО ТВКЗ «KVINT» (г. Тирасполь). Дисперсионный анализ экспериментальных данных осуществляли методами математической статистики в программе Microsoft Office Excel 2003 (Доспехов, Б. 1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Результаты исследований структурного состава грозди показали, что увеличение средней массы грозди в опытных вариантах произошло как за счет увеличения числа ягод в ней, так и за счет увеличения массы ягод.

Обработка растений винограда сорта Бианка физиологически активными веществами привела к достоверному увеличению массы грозди почти во всех опытных вариантах. Исключением были варианты с использованием гиббереллина перед цветением и мицефита в концентрации 1 мг/л в период пост оплодотворения, которые оказались на уровне контроля (табл. 1). Наибольшая масса грозди отмечена в варианте обработки мицефитом в концентрации 10 мг/л перед цветением – 91,9 г, что превышает контроль на 29,8 % (рис. 1). Аналогичная тенденция наблюдается по массе и числу ягод в грозди.

Таблица 1. Строение грозди винограда при обработке растений физиологически активными веществами, сорт Бианка (средние данные за 2008-2012 гг.)

Регулятор роста, концентрация	Масса, г:			Число ягод в грозди, шт.	Показатель:	
	грозди	ягод	гребня		строение грозди	ягодный
Контроль	70,8	69,2	1,6	49,5	43,3	69,9
Обработка растений перед цветением						
Гиббереллин, 100 мг/л	82,1	80,3	1,8	56,0	44,6	54,3
Мицефит, 1 мг/л	87,1	85,3	1,8	59,5	47,4	68,3
Мицефит, 10 мг/л	91,9	89,7	2,2	64,0	40,8	69,6
Мицефит, 100 мг/л	89,4	87,3	2,1	60,0	41,6	67,1
Обработка растений в период пост оплодотворения						
Гиббереллин, 100 мг/л	86,8	84,8	2,0	59,5	42,4	68,5
Мицефит, 1 мг/л	77,6	76,0	1,6	58,0	47,5	74,7
Мицефит, 10 мг/л	83,8	81,6	2,2	63,5	37,1	75,8
Мицефит, 100 мг/л	84,8	82,9	1,9	67,3	43,6	79,3
НСР _{05AB}	11,5	11,2	0,4	9,4	-	-

**Рисунок 1** (ориг.). Кусты и грозди винограда сорта Бианка (производственный опыт, 2013 г.): 1 и 3 – контроль (без обработки); 2 и 4 – обработанные растения перед цветением мицефитом в концентрации 10 мг/л

Обработка растений винограда сорта Бианка, как перед цветением, так и в период пост оплодотворения мицефитом в концентрации 10 мг/л способствовала существенному разрастанию тканей гребня: масса гребня превышает контроль на 22,2 %. Это подтверждается и снижением показателя строения грозди в этих вариантах (соответственно 40,8 и 37,1) против 43,3 в контроле.

Количество ягод в 100 г грозди оказалось наиболее высоким при обработке растений в период пост оплодотворения мицефитом в испытуемых концентрациях, о чем свидетельствует ягодный показатель. Противоположная тенденция отмечена при обработке растений перед цветением: ягодный показатель оказался на уровне или ниже контроля.

При приготовлении виноматериалов немаловажное значение имеет наличие или отсутствие семян в ягодах винограда. Используемые препараты оказывают определенное влияние на развитие семян в грозди. Установлено, что в вариантах с применением мицефита в концентрации 10 и 100 мг/л в оба срока обработки отмечена тенденция к повышению количества и массы семян в грозди сорта Бианка (табл. 2). В остальных вариантах данные показатели находились на уровне контрольного варианта. Наименьший средний вес семян в 100 ягодах приходится в варианте обработки мицефитом (1 мг/л) в период пост оплодотворения – 7,76 г против 8,38 г в контроле. Это связано с уменьшением как числа семян в 100 ягодах (188,8 шт. против 195,6 шт. в контроле), так и со снижением массы одного семени (41 мг против 43 мг в контроле). Вариант обработки перед цветением мицефитом в концентрации 10 мг/л способствовал повышению числа семян в 100 ягодах винограда (223,1 шт.) и снижению массы одного семени (37 мг).

Таблица 2. Влияние обработки растений винограда ФАВ на развитие семян винограда (средние данные за 2008-2012 гг.)

Регулятор роста, концентрация	Число семян в грозди, шт.	Масса семян в грозди, г	Средний вес семян в 100 ягодах, г	Число семян в 100 ягодах, г	Масса 1го семени, мг	Семенной индекс
Контроль	96,8	4,15	8,38	195,6	43	16,7
Обработка растений перед цветением						
Гиббереллин, 100 мг/л	109,8	4,63	8,27	196,1	42	17,4
Мицефит, 1 мг/л	117,0	5,18	8,71	196,6	44	16,5
Мицефит, 10 мг/л	142,8	5,28	8,25	223,1	37	17,0
Мицефит, 100 мг/л	125,5	5,15	8,58	209,2	42	17,0
Обработка растений в период пост оплодотворения						
Гиббереллин, 100 мг/л	117,5	4,88	8,20	197,5	41	17,4
Мицефит, 1 мг/л	109,5	4,50	7,76	188,8	41	16,9
Мицефит, 10 мг/л	131,8	5,75	9,06	207,6	44	14,2
Мицефит, 100 мг/л	128,3	5,55	8,25	190,6	43	14,9
НСР _{05AB}	24,0	0,9	-	-	-	-

Показатель семенного индекса (отношение массы мякоти к массе семян) имеет тенденцию к незначительному увеличению в вариантах обработки в оба срока гиббереллином: 17,4 против 16,7 в контроле. Снижение показателя семенного индекса наблюдается в варианте с использованием мицефита концентрации 10 мг/л в период пост оплодотворения, что ниже контроля на 2,5 единицы.

Использование препаратов гиббереллин и мицефит для обработки растений винограда сорта Бианка существенно повышали урожайность. Существенная прибавка урожая получена при обработке винограда мицефитом в концентрации 10 и 100 мг/л перед цветением, что превышает контрольный вариант соответственно на 26,1 и 22,7% (табл. 3). Обработка мицефитом в концентрации 10 и 100 мг/л в период пост оплодотворения привела к увеличению урожая на 13,6-20,5%. Прибавка урожая в варианте обработки гиббереллином варьировала от 1,4 т/га – в период пост оплодотворения до 1,7 т/га - перед цветением, что выше контроля на 15,9-19,3 и %.

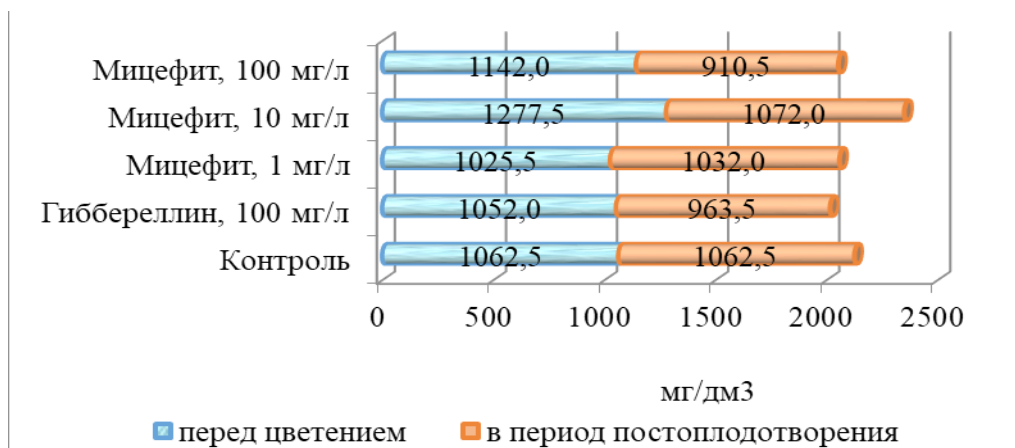
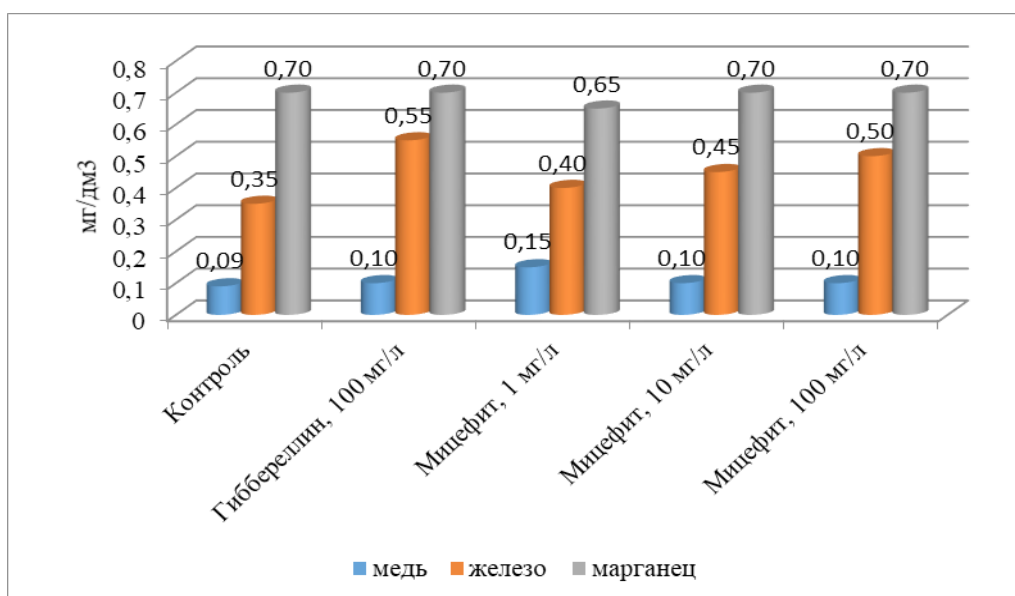
Важными показателями качества винограда являются сахаристость и титруемая кислотность сока ягод. В варианте обработки мицефитом в концентрации 10 мг/л в период пост оплодотворения наблюдается достоверное повышение сахаристости сока ягод – 22,7 %, а титруемая кислотность в ягодах была на уровне контроля. Существенного изменения показателей кондиционности сока ягод винограда на других вариантах опыта не отмечено. Необходимо отметить, что во всех вариантах опыта глюкоацидометрический показатель находился в пределах оптимальной нормы – 2,5-2,9.

Варианты обработки мицефитом в концентрации 10 и 100 мг/л перед цветением стимулировали накопление большего количества калия в сусле соответственно на 20,2 и 7,5 % выше контроля. Отмечено снижение калия в сусле на 9,3-14,3 % в вариантах обработки гиббереллином и мицефитом в концентрации 100 мг/л в период пост оплодотворения (рис. 2).

Таблица 3. Урожайность и качественные показатели сока ягод винограда (средние данные за 2008-2012 гг.)

Регулятор роста, концентрация	Урожайность:		Сахаристость, %	Титруемая кислотность, г/дм ³	ГАП*
	т/га	%			
Контроль	8,8	100,0	22,1	8,0	2,8
Обработка растений перед цветением					
Гиббереллин, 100 мг/л	10,5	119,3	22,3	7,8	2,9
Мицефит, 1 мг/л	9,8	111,3	22,2	8,5	2,6
Мицефит, 10 мг/л	11,1	126,1	22,0	8,1	2,7
Мицефит, 100 мг/л	10,8	122,7	22,0	8,0	2,8
Обработка растений в период пост оплодотворения					
Гиббереллин, 100 мг/л	10,2	115,9	21,5	8,4	2,6
Мицефит, 1 мг/л	9,9	112,5	22,2	8,2	2,7
Мицефит, 10 мг/л	10,6	120,5	22,7	8,1	2,8
Мицефит, 100 мг/л	10,0	113,6	21,8	8,6	2,5
НСР _{05AB}	1,5	-	0,6	-	-

* - глюкоацидометрический показатель

**Рисунок 2.** Влияние обработки растений ФАВ на накопление калия в соке ягод винограда сорта Бианка (средние данные за 2010-2011 гг.)**Рисунок 3.** Влияние обработки растений ФАВ перед цветением на накопление минеральных элементов в соке ягод винограда сорта Бианка (средние данные за 2010-2011 гг.)

Использование мицефита в концентрации 1 мг/л для обработки растений перед цветением способствовал увеличению содержания меди в сусле на 0,06 мг/дм³ в сравнении с контролем. Мицефит во всех изучаемых концентрациях привели к повышению содержания железа на 14-57% (рис. 3).

Максимальное содержание железа – 0,55 мг/дм³ или 157% к контролю – отмечено в варианте применения гиббереллина.

Обработка растений сорта Бианка регуляторами роста перед цветением не оказала заметного влияния на содержание марганца в сусле, за исключением варианта обработки мицефитом в концентрации 1 мг/л (0,65 против 0,70 мг/дм³ в контроле).

Гиббереллин и мицефит в изучаемых концентрациях не оказали влияние на содержания меди и марганца в сусле винограда сорта Бианка при обработке растений в период пост оплодотворения. В то время как обработка растений мицефитом в концентрации 1 мг/л привела к увеличению содержания железа в сусле втрое в сравнении с контролем (рис. 4).

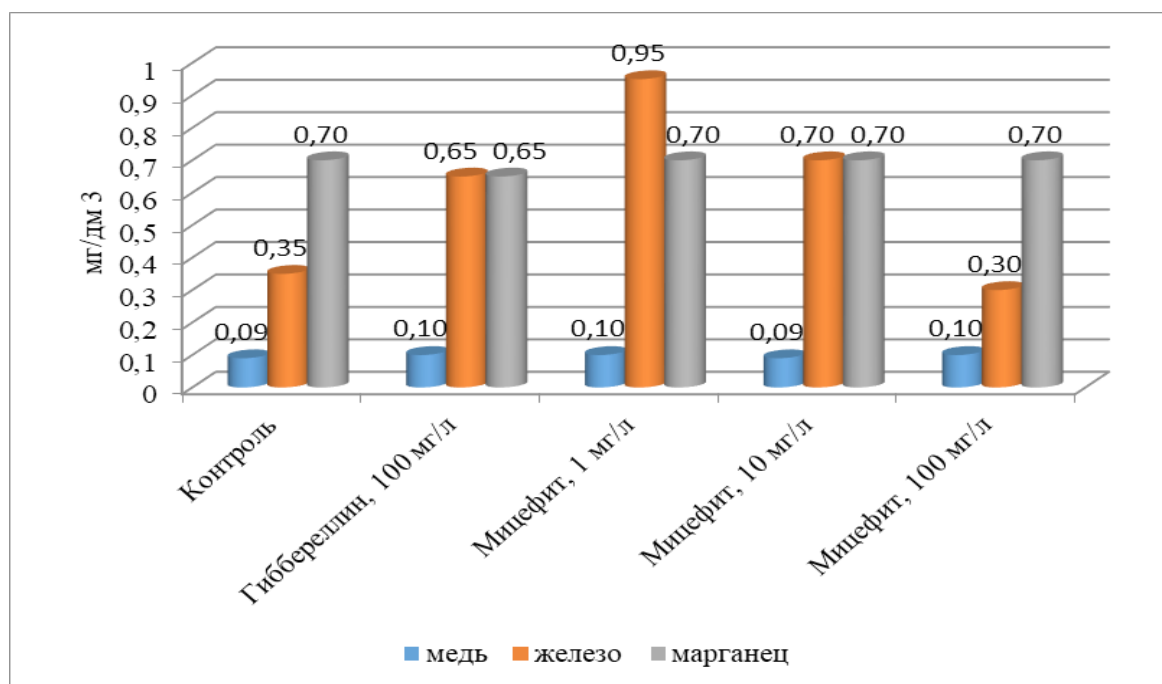


Рисунок 4. Влияние обработки растений ФАВ в период пост оплодотворения на накопление минеральных элементов в соке ягод винограда сорта Бианка (средние данные за 2010-2011 гг.)

Необходимо отметить, что количественное содержание марганца, меди, железа во всех вариантах не превышало допустимых норм.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты показывают эффективность обработки растений винограда сорта Бианка гиббереллином и мицефитом. Сорт оказался наиболее отзывчивым на обработку перед цветением мицефитом в концентрации 10 мг/л, где отмечено наибольшая масса грозди – 91,9 г, что выше контроля на 29,8% за счет достоверного повышения как массы, так и увеличения числа ягод в грозди. Прибавка урожая составила 2,3 т/га без существенного снижения основных биохимических показателей сока ягод винограда. Также наблюдается существенное увеличение числа семян в грозди и снижение массы одного семени. Возрастает содержание калия на 20,2%.

Обработка растений сорта Бианка гиббереллином и мицефитом оказало влияние на накопление минеральных веществ (меди, железа и марганца) в сусле не превышая нормы ПДК. Применение мицефит в концентрации 1 мг/л в период пост оплодотворения способствовало увеличению содержания железа в сусле в 2,7 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АВИДЗБА, А. и др. (2010). Рациональное применение регулятора роста растений Вымпел на виноградных насаждениях для повышения силы роста растений, урожая и его качества. В: Магарач. Виноградарство и виноделие, № 1, с.12-15. ISSN 2309-9305.
2. БАРЧУКОВА, А. и др. (2013). Влияние регуляторов роста Иммуноцитифит и Биодукс на урожай и качество сула винограда сорта Саперави. В: Современные направления теоретических и прикладных исследований '2013: сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. Одесса, т. 45, вып.1, с. 23-26.
3. ГИНДА, Е. и др. (2015). Изменение строения грозди при обработке винограда регуляторами роста. В: Современное состояние и перспективы инновационного развития сельского хозяйства: международная научно-практическая конференция посвященной 85-летию со дня основания Научно-исследовательского института сельского хозяйства 16-17 ноября 2015 г. Тирасполь: Есо-TIRAS, с. 243–248. ISSN 978-9975-53-552-6.
4. ГИНДА, Е. (2017). Дифференцированный подход к применению регуляторов роста в виноградарстве в условиях Приднестровья: Монография. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та. 172 с. ISSN 978-9975-3072-9-1.
5. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. Издательство стандартов, 1987; Стандартинформ, 2010. 11 с.
6. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. Издательство стандартов, 1982; Стандартинформ, 2010. 4 с.
7. ДЕРЕНДОВСКАЯ, А. и др. (2010). Реакция столовых сортов винограда на обработку соцветий гиббереллином. In: Știința agricolă, nr. 2, pp. 12-16. ISSN 1857-0003.
8. ДОСПЕХОВ, Б. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 351 с.
9. КАЗАХМЕДОВ, Р. Э. (1996). Биологические основы формирования бессемянных ягод у семенных сортов винограда и способы их получения с использованием регуляторов роста: Монография. Москва: МСХА. 149 с.
10. КАЗАХМЕДОВ, Р. Э. (2013). Физиологические основы применения регуляторов роста на семенных сортах винограда *Vitis vinifera* L. В: Виноделие и виноградарство, № 2, с. 36-37. ISSN 2073-3631.
11. КАЗИЕВ, М.А., ФЕЙЗУЛЛАЕВ, Б.А., АГАХАНОВ, А.Х. (2012). Использование регуляторов роста на семенных сортах винограда селекции ДСОСВиО с целью получения бессемянных ягод. В: Плодоводство и виноградарство Юга России, № 16(4), С. 81–85. Доступ: <http://journal.kubansad.ru/pdf/12/04/10.pdf>. Дата обращения: 05.02.2020.
12. МАНАНКОВ, М. (1989). Теория и практика применения гиббереллина в виноградарстве. В: Регуляторы роста растений: сборник. Ленинград. с. 46–59.
13. МУЗЫЧЕНКО, Б. (1978). Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе. Новочеркасск. 177 с.
14. ПАНОВА, М. и др. (2005). Влияние регуляторов роста на показатели качества винограда межвидового происхождения в условиях Задонской зоны Ростовской области. Москва. Доступ: <https://vinograd.info/stati/stati/vliyanie-regulyatorov-rosta-na-pokazateli-kachestva-vinograda-mezhvidovogo-proishozhdeniya-v-usloviyah-zadonskoy-zony-rostovskoy-oblasti.html>
15. ПОПОВА, В. и др. (2015). Качественные показатели продукции садовых культур и винограда при обработке растений регуляторами роста нового поколения. В: Плодоводство и виноградарство Юга России, № 35(05), с. 123-130. ISSN: 2219-5335.
16. ПРОСТОСЕРДОВ, Н. (1963). Изучение винограда для определения его использования (увология). Москва: Пищепромиздат. 79 с.
17. РАДЖАБОВ, А. и др. (2010). Влияние новых регуляторов роста на урожай и качество урожая винограда в условиях Новороссийского района Краснодарского края. В: Обеспечение устойчивого производства виноградарства отрасли на основе современных достижений науки: материалы дист. конференции. Анапа: ГНУ АЗОС ВиВ, с. 49-53.
18. РАДЧЕВСКИЙ, П. и др. (2018). Управление величиной и качеством урожая винограда сорта Виорика путем применения регулятора роста Зеребра Агро. В: Политематический сетевой электронный научный журнал Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, № 137, с. 123-142. ISSN 1990-4665.
19. ШЕПЕЛЕВА, В. и др. (2018). Применение регуляторов роста для повышения урожая винограда

- технических сортов. В: Плодоводство и виноградарство Юга России, № 49(01), с. 76-85. Доступ: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/01/07.pdf>.
20. ШОЛЬЦ, Е. П., ПОНОМАРЕВ, В. Ф. (1990). Технология переработки винограда. Москва: Агропромиздат. 447 с.
21. СНЕКОЛ, Т., MASHEVA L. (1991). The Effect of some growth Regulators on the Yield and quality of the product from the vine cultivars Flame seedless and Superiorseedless. Plant metabolism Regulation, Varna, Bulgaria, October 8–13, 1990, Sofia: Bulgarian academy of sciences, 1991.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ГИНДА Елена

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Кафедра садоводства, защиты растений и экологии, ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко, Республика Молдова

E-mail: gherani@mail.ru

Received: 04.02.2020

Accepted: 12.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3892945

УДК: 635.11: 631.81/.86

ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА КОРНЕПЛОДОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ УКРАИНЫ

Петр БЕЗВИКОННЫЙ, Руслан МЯЛКОВСКИЙ

Abstract. The article reflects the economic and energy efficiency of cultivation of beetroot using foliar fertilization with complex microfertilizers together with fungicides in the Western Forest Steppe. According to the results of research, it was found that the lowest cost of production was observed in the Kestrel variety with the combined use of ADOB microfertilizers macro+micro and Impact fungicide – 234.2 UAH/ton, and in the Harold variety – 283.4 UAH/ton, respectively. It was also found that the combined application of ADOB microfertilizers macro+micro and Impact fungicide allowed to obtain maximum rates of profitability: 241.6%, (Kestrel) and 182.3% (Harold). Energy cost analysis showed that high energy efficiency is also provided by the combined use of ADOB microfertilizers macro+micro and Impact fungicide in both studied varieties. Bioenergy efficiency in these variants was 6.42 in Harold variety and 8.19 in Kestrel variety.

Key words: Red beet; Foliar fertilization; Microfertilizers; Profitability; Economic efficiency; Energy efficiency.

Реферат. В статье представлена оценка экономической и энергетической эффективности выращивания корнеплодов свеклы столовой с использованием внекорневой подкормки комплексными микроудобрениями совместно с фунгицидами в условиях Лесостепи Западной. По результатам исследований установлено, что самая низкая себестоимость продукции наблюдалась при совместном применении микроудобрений АДОБ макро + микро и фунгицида Импакт у сорта Кестрел – 234,2 грн/т, у сорта Гарольд – 283,4, грн/т, соответственно. Также установлено, что совместное внесение микроудобрений АДОБ макро + микро и фунгицида Импакт дало возможность получить максимальные показатели уровня рентабельности у сорта Кестрел – 241,6%, у сорта Гарольд – 182,3%. Анализ затрат энергии показал, что высокую энергетическую эффективность обеспечивает также совместное внесение микроудобрений АДОБ макро + микро и фунгицида Импакт у обоих исследуемых сортов. Коэффициент биоэнергетической эффективности в данных вариантах составлял – 6,42 у сорта Гарольд и 8,19 у сорта Кестрел.

Ключевые слова: Свекла столовая; Внекорневые подкормки; Микроудобрения; Рентабельность; Экономическая эффективность; Энергетическая эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развития науки и технических возможностей производства в мире получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур становится обычным делом. При таких условиях особенно актуальным становится вопрос рентабельности. Поэтому оптимальное комбинирование и разработка адаптированных к условиям региона составляющих технологии выращивания свеклы столовой с наибольшей эффективностью производства позволит получать конкурентоспособную продукцию (Пиньковский, Г.В., Танчик, С.П. 2019).

Решение проблемы увеличения производства корнеплодов с уменьшением расходов при сохранении экологического состояния окружающей среды и уровня плодородия почвы было и остается ключевой задачей для сельского хозяйства Украины (Коваленко, Н.П. 2012).

Как отмечают Е.М. Лебедь, М.С. Шевченко, (2008), П.В Безвиконный (2018) определение экономической эффективности дает четкую характеристику всем факторам и мерам, которые используют при выращивании каждой сельскохозяйственной культуры, в том числе и свеклы столовой. Именно экономическая эффективность учитывает все количественные и стоимостные показатели, а также позволяет утверждать о целесообразности или неуместности применения того или иного элемента технологии выращивания культуры.

В состав прямых затрат на выращивание корнеплодов свеклы столовой входят следующие статьи: аренда земельных паев, оплата труда, стоимость горюче-смазочных материалов, семенного материала, удобрений, пестицидов, амортизация, текущий ремонт, мелиоративные мероприятия, другие прямые расходы, фиксированный налог и начисления. Поэтому, в зависимости от технологии выращивания, средней многолетней урожайности была рассчитана себестоимость единицы продукции, стоимость валового сбора с 1 га, прибыль и рентабельность, при этом рентабельность составляла 186-194% (Бойко, П.І. 2009).

По данным Кравченко, В. А., Гавриш, И.Л. (2008), экономически выгодными считаются такие технологии, которые предусматривают меньшие объемы энергозатрат на производство единицы продукции при одновременном формировании растениями максимальной производительности.

Для повышения конкурентоспособности производства продукции растениеводства особое значение приобретает повышение экономической эффективности за счет качества и снижение себестоимости. Учитывая то, что при разработке ресурсосберегающих технологий необходимо заботиться и об удешевлении сельхозпродукции, актуальным является вопрос анализа составляющих энергозатрат, как по видам, так и по операциям (Кириченко, В.В., Тимчук, В.М., Святченко, С.И. 2014).

По утверждениям Медведовского, О.К., Иваненко, П.И. (1988), Севернева, М.М. (1992) суть энергетической оценки заключается в том, что эффективность технологии определяется соотношением количества энергии, полученной с урожаем, с количеством затраченной не возобновляемой энергии. Кроме того, энергетический анализ позволяет установить экологически допустимые пределы энергонасыщения на единицу площади.

Поэтому для всесторонней комплексной наиболее объективной оценки эффективности применения микроудобрений и фунгицидов при выращивании корнеплодов свеклы столовой необходимо анализировать систему показателей экономической и энергетической эффективности.

Целью исследования было выявление экономической и энергетической эффективности выращивания корнеплодов свеклы столовой с использованием внекорневой подкормки комплексными микроудобрениями и применения современных средств защиты в условиях Лесостепи Западной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на опытном поле учебно-производственного центра «Подолье» Подольского государственного аграрно-технического университета в течение 2015-2017 годов.

Грунт опытного поля – чернозем типичный выщелоченный, малогумусный, среднесуглинистый на лессовидных суглинках. Содержание гумуса (по Тюриным) в слое 0-30 см составляет 3,6-4,2%. Содержание соединений азота, что легко гидролизуются (по Корнфилду) составляет 98-139 мг/кг, подвижного фосфора (по Чирикову) 143-185 мг / кг и обменного калия (по Чирикову) – 153-185 мг/кг.

Размер посевного участка составляет 20 м², учетного – 15 м², повторность – четырехкратная. Выращивали столовую свеклу сортов Кестрел и Гарольд.

Внекорневые подкормки растений микроудобрениями проводили в фазе смыкания листьев в рядках. Исследуемые формы комплексных удобрений: *Авангард Р Свекла* – состав: N – 50 г/л, K₂O – 10 г/л, MgO – 60 г/л, B – 6 г/л, Fe – 2 г/л, Mn – 15 г/л, Cu – 5 г/л, Zn – 7 г/л, Mo – 0,10 г/л, Co – 0,10 г/л. Норма внесения – 2 л/га. *Санни Микс* – состав: N – 50 г/л, P₂O₅ – 40 г/л, K₂O – 10 г/л, MgO – 5 г/л, B – 5 г/л, Fe – 10 г/л, Mn – 10 г/л, Cu – 10 г/л, Zn – 10 г/л, Mo – 0,10 г/л, Co – 0,05 г/л. Норма внесения – 1,0 л/га. *Интермаг Свекла* – состав: N – 194 г/л, Na₂O – 39,0 г/л, MgO – 26,0 г/л, SO₃ 24,0 г/л, B – 6,45 г/л, Fe – 2,6 г/л, Mn – 8,4 г/л, Cu – 2,6 г/л, Zn – 6,5 г/л, Mo – 0,065 г/л, Ti – 0,26 г/л. Норма внесения – 2 л/га. АДОБ макро + микро – состав: N – 10 %, P₂O₅ – 5, K₂O – 15, MgO – 10, B – 1,0, Cu – 0,01, Fe – 0,02, Mn – 0,05, Mo – 0,01, Zn – 0,01, S – 5,0 %. Норма внесения – 2 кг/га.

Фунгициды вносились одновременно с внекорневой подкормкой в фазе смыкания листьев в рядах. В исследованиях применяли такие фунгициды: Импакт 25 SC – 0,25 л/га, Топсин-М 500, КС – 1,2 л/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Расчет экономической эффективности (табл. 1) показывает, что значительное влияние на уровень экономических показателей имели сортовые особенности, микроудобрения, а также применение фунгицидов.

В контрольном варианте сумма производственных затрат обусловлена только уровнем урожайности и процессами ухода за растениями согласно технологической карте, тогда как в других вариантах производственные затраты обусловлены стоимостью микроудобрений и фунгицидов, а также работами по их внесению, работами на уборку дополнительного урожая.

Таблица 1. Экономическая эффективность выращивания корнеплодов свеклы столовой при совместном внесении микроудобрений и фунгицидов (среднее за 2015-2017 гг.)

Сорт	Внекорневая подкормка	Фунгицид	Урожайность, т/га	Сумма производственных затрат, грн.	Сумма прибыли, грн./га	Себестоимость 1 т, грн.	Сумма прибыли 1 т, грн.	Уровень рентабельности, %
Гарольд	Контроль без микроудобрений	Контроль без фунгицидов	51,5	15965,0	25235,0	310,0	490,0	158,1
		Топсин М	54,1	16165,0	27115,0	298,8	501,2	167,7
		Импакт	54,9	16115,0	27805,0	293,5	506,5	172,5
	Авангард Р Свекла	Контроль без фунгицидов	52,4	16202,0	25718,0	309,2	490,8	158,7
		Топсин М	56,3	16402,0	28638,0	291,3	508,7	174,6
		Импакт	56,3	16352,0	28688,0	290,4	509,6	175,4
	Интермаг-Свекла	Контроль без фунгицидов	55,1	17052,0	27028,0	309,5	490,5	158,5
		Топсин М	59,4	17252,0	30268,0	290,4	509,6	175,4
		Импакт	60,1	17202,0	30878,0	286,2	513,8	179,5
	Санни Микс	Контроль без фунгицидов	53,1	16517,0	25963,0	311,1	488,9	157,2
		Топсин М	55,5	16717,0	27683,0	301,2	498,8	165,6
		Импакт	56,6	16667,0	28613,0	294,5	505,5	171,7
	АДОБ макро + микро	Контроль без фунгицидов	59,4	17478,0	30042,0	294,2	505,8	171,9
		Топсин М	62,0	17678,0	31922,0	285,1	514,9	180,6
		Импакт	62,2	17628,0	32132,0	283,4	516,6	182,3
Кестрел	Контроль без микроудобрений	Контроль без фунгицидов	63,6	16465,0	34415,0	258,9	541,1	209,0
		Топсин М	69,2	16665,0	38695,0	240,8	559,2	232,2
		Импакт	69,2	16615,0	38745,0	240,1	559,9	233,2
	Авангард Р Свекла	Контроль без фунгицидов	66,6	16702,0	36578,0	250,8	549,2	219,0
		Топсин М	70,7	16902,0	39658,0	239,1	560,9	234,6
		Импакт	71,5	16852,0	40348,0	235,7	564,3	239,4
	Интермаг-Свекла	Контроль без фунгицидов	67,6	17552,0	36528,0	259,6	540,4	208,1
		Топсин М	70,3	17752,0	38488,0	252,5	547,5	216,8
		Импакт	72,6	17702,0	40378,0	243,8	556,2	228,1
	Санни Микс	Контроль без фунгицидов	65,8	17017,0	35623,0	258,6	541,4	209,3
		Топсин М	71,4	17217,0	39831,6	241,1	557,9	231,4
		Импакт	73,2	17167,0	41393,0	234,5	565,5	241,1
	АДОБ макро + микро	Контроль без фунгицидов	71,1	17978,0	38902,0	252,9	547,1	216,4
		Топсин М	75,4	18178,0	42142,0	241,1	558,9	231,8
		Импакт	77,4	18128,0	43792,0	234,2	565,8	241,6

Себестоимость единицы продукции менялась по вариантам и значительно зависела от уровня урожайности и производственных затрат. Повышению производительности способствовало снижение себестоимости одной тонны корнеплодов. Самая низкая себестоимость продукции на-

блюдалась у сорта Кестрел при совместном применении микроудобрений АДОБ макро + микро и фунгицида Импакт – 234,2 грн/т, и микроудобрений Санни Микс с фунгицидом Импакт – 234,5 грн / тонну. У сорта Гарольд самая низкая себестоимость составляла при совместном применении микроудобрений АДОБ макро + микро с фунгицидами Импакт и Топсин М – 283,4, и 258,1 грн/т соответственно.

Поэтому, несмотря на дополнительные расходы, связанные с применением микроудобрений и фунгицидов, с экономической точки зрения они окупаются полностью. Так, прибыль у сорта Кестрел от применения микроудобрения АДОБ макро + микро совместно с фунгицидом Импакт составила 43792 грн./га, при использовании препарата Топсин М – 42142 руб./га. Похожее распределение прибыли наблюдалось также у сорта Гарольд на вариантах с внесением микроудобрений АДОБ макро + микро и при условии использования фунгицидов Импакт и Топсин М – 32132 и 31922 руб./га.

У свеклы столовой сорта Кестрел совместное внесение микроудобрений АДОБ макро + микро и фунгицида Импакт позволило получить максимальные показатели уровня рентабельности – 241,6%, при внесении микроудобрений Санни Микс с фунгицидом Импакт – 241,1%.

У сорта Гарольд на вариантах с внесением микроудобрений АДОБ макро + микро при условии использования фунгицидов Импакт и Топсин М уровень рентабельности составил 182,3% и 180,6%, соответственно.

Показатели экономической эффективности выращивания корнеплодов свеклы столовой значительно зависят от применения микроудобрений и фунгицидов как отдельно, так и комбинированно, ведь даже при небольших затратах можно существенно повысить продуктивность растений в частности и посевов в целом.

Экспериментальными исследованиями установлено (рис. 1.), что уровень рентабельности находится в корреляционной зависимости от урожайности корнеплодов свеклы столовой и имеет прямолинейный характер: $y = -39,9868 + 3,7497 \cdot x$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,929$. Это свидетельствует, что 92,9% общей вариации уровня рентабельности обусловлено урожайностью корнеплодов свеклы столовой, а 7,1% – действием других факторов.

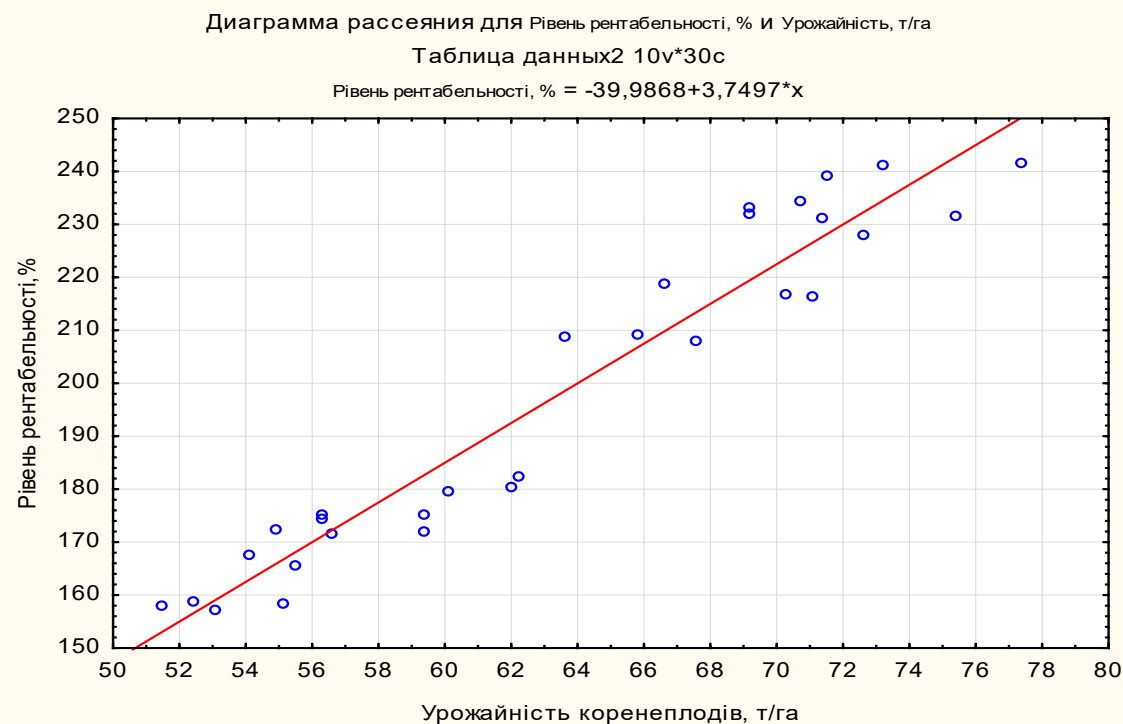


Рисунок 1. Зависимость между урожайностью корнеплодов свеклы столовой и уровнем рентабельности (среднее за 2015-2017 гг.)

Таблица 2. Биоэнергетическая эффективность выращивания корнеплодов свеклы столовой при совместном внесении микроудобрений и фунгицидов (среднее за 2015-2017 гг.)

Сорт	Внекорневая подкормка	Фунгицид	Энергия накопленная урожаем, МДж / га	Совокупные затраты энергии, МДж / га	Коэффициент энергетической эффективности	Коэффициент биоэнергетической эффективности
Гарольд	Контроль без микроудобрений	Контроль без фунгицидов	99347	102149	0,97	4,86
		Топсин М	105092	102349	1,03	5,13
		Импакт	107387	102299	1,05	5,25
	Авангард Р Свекла	Контроль без фунгицидов	103911	102504	1,01	5,07
		Топсин М	112404	102704	1,09	5,47
		Импакт	113923	102654	1,11	5,55
	Интермаг-Свекла	Контроль без фунгицидов	108522	102549	1,06	5,29
		Топсин М	118593	102689	1,15	5,77
		Импакт	120802	102659	1,18	5,88
	Санни Микс	Контроль без фунгицидов	106015	102494	1,03	5,17
		Топсин М	113802	102694	1,11	5,54
		Импакт	117584	102649	1,15	5,73
	АДОБ макро + микро	Контроль без фунгицидов	120196	102469	1,17	5,86
		Топсин М	130475	102669	1,27	6,35
		Импакт	131735	102619	1,28	6,42
Кестрел	Контроль без микроудобрений	Контроль без фунгицидов	131268	102149	1,29	6,43
		Топсин М	143760	102349	1,40	7,02
		Импакт	144694	102299	1,41	7,07
	Авангард Р Свекла	Контроль без фунгицидов	139257	102504	1,36	6,79
		Топсин М	148784	102704	1,45	7,24
		Импакт	150467	102654	1,47	7,33
	Интермаг-Свекла	Контроль без фунгицидов	143172	102549	1,40	6,98
		Топсин М	149839	102689	1,46	7,30
		Импакт	154741	102659	1,51	7,54
	Санни Микс	Контроль без фунгицидов	139360	102494	1,36	6,80
		Топсин М	152183	102694	1,48	7,41
		Импакт	157007	102649	1,53	7,65
	АДОБ макро + микро	Контроль без фунгицидов	151544	102469	1,48	7,39
		Топсин М	162743	102669	1,59	7,93
		Импакт	168104	102619	1,64	8,19

Исследованиями установлено, что при выращивании свеклы столовой без применения микроудобрений и фунгицидов совокупные затраты энергии составляют 102149 МДж/га энергии у сортов Гарольд и Кестрел. Энергия, накопленная урожаем в исследуемых сортах составляла: сорт Гарольд – 99347 МДж/га, сорт Кестрел – 131268 МДж/га. При внесении микроудобрений затраты энергии возрастают соответственно на 0,31-0,39%, по сравнению с контролем. Доля энергии за использование фунгицидов достигает, соответственно 0,15-0,20% от расходов совокупной энергии.

Таким образом, при использовании различных микроудобрений в исследуемых сортах совокупные затраты энергии составили 102469-102549 МДж/га. При этом коэффициент биоэнергетической эффективности был в сорта Гарольд в пределах 5,07-5,86 и в сорта Кестрел 6,79-7,39, что значительно больше по сравнению с контрольным вариантом.

Применение микроудобрений совместно с фунгицидами увеличивало совокупные затраты энергии к 102704 МДж/га в обоих сортах свеклы столовой. Энергия, накопленная урожаем при

этом у сорта Гарольд составила 112404-131735 МДж/га, а у сорта Кестрел 148784-168104 МДж/га. Коэффициент биоэнергетической эффективности в данных вариантах составлял: сорт Гарольд – 5,47-6,42, сорт Кестрел – 7,30-8,19.

В разрезе сортов высоким коэффициентом биоэнергетической эффективности характеризовался сорт Кестрел – 6,43-8,19, тогда как сорт Гарольд – 4,86-6,42.

Среди микроудобрений высоким коэффициентом биоэнергетической эффективности характеризовались варианты, где вносили АДОБ макро + микро и Интермаг-Свекла, а из числа фунгицидов лучшим оказался – Импакт в обоих исследуемых сортах.

Итак, на основе результатов исследований можно утверждать, что энергосберегающим фактором в технологии выращивания свеклы столовой является применение комплексных микроудобрений совместно с фунгицидами.

ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований установлено, что в условиях Лесостепи Западной внесения микроудобрений совместно с фунгицидами обеспечивало достаточно высокий уровень рентабельности, что также зависело и от природных и ценовых условий данной зоны производства. В свекле столовой сорта Кестрел совместное внесение микроудобрений АДОБ макро + микро с фунгицидом Импакт позволило получить максимальные показатели уровня рентабельности – 241,6%, у сорта Гарольд – 182,3%, соответственно.

Анализ затрат энергии показал, что высокую энергетическую эффективность обеспечивает также совместное внесение микроудобрений АДОБ макро + микро и фунгицида Импакт в обоих исследуемых сортах.

Дальнейшее изучение и совершенствование следует сосредоточить на углубленное исследование внекорневой подкормки микроудобрениями на посевах свеклы столовой в сочетании с регуляторами роста и биопрепаратами и раскрытия их влияния на развитие и формирование признаков продуктивности растений в течение онтогенеза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БЕЗВИКОННИЙ, П.В. (2018). Ефективність сумісного застосування фунгіцидів і позакореневого підживлення мікродобрив на посівах буряка столового [Efficacy of joint application of fungicides and foliar feeding with microfertilizers on red beet crops]. In: Таврійський науковий вісник, № 100, С. 9-14.
2. БОЙКО, П. І. (2009). Методичні основи польових дослідів з визначення ефективності систем сівозмін [Methodological bases of field experiments to determine the effectiveness of crop rotation systems]. In: Аграрний вісник Причорномор'я: сільськогосподарські та біологічні науки, № 50, С. 12-20.
3. КИРИЧЕНКО, В.В. ТИМЧУК, В.М., СВЯТЧЕНКО, С.І. (2014). Енергетична оцінка виробництва соняшнику [Energy assessment of sunflower production]. In: Наук.-техн. бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 21, С. 154-171.
4. КОВАЛЕНКО, Н. П. (2012). Історичні аспекти теоретичних основ чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах [Historical aspects of theoretical basis of crop rotation in crop rotation]. In: Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник, № 54, ч. 2, С. 32-41.
5. КРАВЧЕНКО, В. А., ГАВРИСЬ, І. Л. (2008). Економічна та біоенергетична ефективність застосування регуляторів росту рослин на культурі помідора [Economic and bioenergetic efficiency applying growth regulators on tomato culture]. In: Наукові доповіді НАУ, №3 (11)
6. ЛЕБІДЬ, Є.М., ШЕВЧЕНКО, М.С. (2008). Наукові основи підвищення ефективності виробництва зерна в Україні [Scientific bases of increase of grain production efficiency in Ukraine]. In: Бюлетень інституту зернового господарства, № 33-34, С. 3-7.
7. МЕДВЕДОВСЬКИЙ, О.К., ІВАНЕНКО, П.І. (1988). Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай. 205 с.
8. ПІНЬКОВСЬКИЙ, Г.В., ТАНЧИК, С.П. (2019). Економічна та енергетична ефективність удосконалених елементів технології вирощування соняшникау Правобережному Степу України [Economic and energy efficiency of the improved elements of sunflower cultivation technology in the Right-Bank Steppe of Ukraine]. In: Вісник ПДАА, № 2, С. 39-44.
9. СЕВЕРНЕВ, М.М. (1992). Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. Москва: Колос. 90 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

БЕЗВИКОННЫЙ Петр  <https://orcid.org/0000-0003-4922-1763>

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра садово-паркового хозяйства, геодезии и землеустройства, Подольский государственный аграрно-технический университет, г. Каменец-Подольский, Украина

E-mail: peterua@meta.ua

МЯЛКОВСКИЙ Руслан  <https://orcid.org/0000-0002-0791-4361>

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой садово-паркового хозяйства, геодезии и землеустройства, Подольский государственный аграрно-технический университет, г. Каменец-Подольский, Украина

E-mail: ruslanmialkovskui@i.ua

Received: 31.03.2020

Accepted: 17.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3892947

УДК : 633.15:632.4.482.16:632.937

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА СНИЖЕНИЕ ФУЗАРИОЗНЫХ ГНИЛЕЙ КУКУРУЗЫ

Татьяна ЩЕРБАКОВА, Борис ПЫНЗАРУ,
Василий МАТИЧУК, Наталья ЛЕМАНОВА, Леонид ВОЛОЩУК

Abstract. The studies were carried out in laboratory and field conditions. From the infected corn plants, 25 isolates of *Fusarium* fungi were isolated into a pure culture. By seed bioassay, it was determined that 56% of the isolated *Fusarium* fungi are pathogenic for maize. We determined the effectiveness of fungal biological products in inhibiting the development of root rot of corn seedlings in conditions of hard infectious background. The effectiveness of the biological product Trichodermin-SC was 40,3% in the suppression of the pathogen *F.verticillioides* and 56,6% in the suppression of the pathogen *F.graminearum*. The effectiveness of the biological product Gliocladin-SC was 38,4% and 43,4%, respectively. The effect of presowing treatment of seeds with the biological preparations Trichodermin-SC, Gliocladin-SC and Paurin on the indicators of biological yield components of sugar corn hybrids (Porumbeni-280 and Porumbeni-402) for the production of flour was determined in field experiments. Biological products increased the length of the cobs by 3,8-12,5%, the weight of 1000 seeds – by 3,8-20,6%, the weight of seeds per cob – by 1,4-16%, the grain yield – by 1,4-14,9%.

Key words: Corn; Artificial infection; Pathogen; Root rot; Biological product; Biological productivity.

Реферат. Исследования проводили в лабораторных и полевых условиях. Из пораженных растений кукурузы выделено в чистую культуру 25 изолятов грибов *Fusarium*. Методом биопробы на семенах определено, что 56% выделенных изолятов являются патогенными для кукурузы. На жестком инфекционном фоне заражения семян определяли эффективность биопрепаратов в подавлении корневых гнилей проростков кукурузы. Биологическая эффективность биопрепарата Trichodermin-SC составила 40,3% для патогена *F.verticillioides* и 56,6% для патогена *F.graminearum*. Эффективность биопрепарата Gliocladin-SC составила 38,4% и 43,4%, соответственно. В полевых экспериментах определяли влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами Trichodermin-SC, Gliocladin-SC и Paurin на показатели структуры биологической урожайности сахарной кукурузы гибрида Porumbeni-280 и гибрида Porumbeni-402 для производства муки. Биопрепараты увеличивали длину початков на 3,8-12,5%, массу 1000 семян на 3,8-20,6%, массу семян с початка на 1,4-16%, урожай зерна на 1,4-14,9%.

Ключевые слова: Кукуруза; Искусственная инфекция; Патоген; Корневая гниль; Биологический препарат; Биологическая продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза (*Zea mays* L.) является важнейшей ведущей культурой современного мирового земледелия. По площади возделывания на зерно занимает третье место в мире, среди силосных культур занимает первое место (Трибель, С.А. 2014).

В Молдове посевные площади кукурузы за последние восемь лет (2010-2017гг) практически не изменились и составляют, в среднем, 467 тыс. га, или 31,4% от общих посевных площадей. Валовый сбор зерна, в среднем, составляет 1 334,7 тыс.т, а средний урожай – 30-37 ц/га (Anuarul statistic al RM, 2018).

Кукуруза в Молдове является традиционной культурой, однако изменение климата, частые засухи, болезни и вредители не позволяют получать стабильно высокие урожаи. В течение вегетационного периода растения кукурузы поражают возбудители болезней разной природы. К наиболее распространенным и вредоносным заболеваниям относятся болезни прорастающих семян и всходов, корневые и стеблевые гнили, фузариоз початков. Источником заражения могут быть семена, на них сосредоточен комплекс возбудителей, таких как *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Botrytis*, *Cladosporium*, *Trichothecium*, *Alternaria* sp. и др. Корневые,

стеблевые гнили и фузариоз початков вызываются, в основном, грибами *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg и *F. graminearum* Schwabe, доминирующими на кукурузе. Патогены поражают корни и нижние междоузлия, обертки початков и зерно, вызывая их загнивание. Початки поражаются в период молочно-восковой спелости зерна, патоген может продолжать развитие в период хранения. Причинами распространения болезни являются как повреждения початков насекомыми, так и наличие скрытых форм заражения семян, содержащих инфекцию в семенной или плодовой оболочке, области зародыша, эндосперме (Иващенко, В. 2015).

Наши исследования были направлены на изучение патогенности грибов *Fusarium*, выделенных из разных частей растений кукурузы и влияния биопрепаратов на основе живых микроорганизмов на снижение фузариозных гнилей кукурузы методом инфицирования семян в лабораторном вегетационном эксперименте и на естественном фоне заражения в условиях полевого опыта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2016-2019 гг в лабораторных и полевых условиях в Институте Генетики, Физиологии и Защиты Растений и в Институте Растениеводства «Порумбень» РМ. Объектами исследований стали разработанные нами грибные биопрепараты Trichodermin-SC и Gliocladin-SC, содержащие действующее начало грибов-антагонистов *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz, штамм М-10 и *T.virens* Miller, Giddens and Foster, штамм 3Х, соответственно, бактериальный препарат Paurin на основе бактерии *Pseudomonas fluorescens*, штамм СК-330D, а также патогенные грибы *Fusarium verticillioides* и *F. graminearum*, преобладающие на культуре.

Грибы *Fusarium* выделяли из корней, стеблей, оберток початков, пятен на стеблях и листьях растений, из зерновок молочной и восковой спелости кукурузы. Выделение грибов в чистую культуру осуществляли по общепринятым в фитопатологии и микологии методикам на картофельно-сахарозном и суловом агарах (Егоров, Н.С. 1995).

Патогенность выделенных изолятов *Fusarium sp.* определяли методом биопробы на семенах (Билай, В.И. 1982). По патогенности (ингибирование роста проростков в %) изоляты возбудителей были дифференцированы на 4 группы: 1) непатогенные – от 0 до 30%, 2) слабопатогенные – 31-50%, 3) умеренно патогенные – 51-70%, 4) патогенные – снижение роста проростков свыше 70%, по сравнению с контролем.

Для получения надежных данных об эффективности биологических препаратов, проводили исследования по защите проростков кукурузы от доминирующих патогенов методом инфицирования семян (Билай, В.И. 1982) с последующей предпосевной обработкой биопрепаратами в лабораторном вегетационном опыте. Для создания инфекционных фонов семена сахарной кукурузы гибрида Porumbeni-280 замачивали в водных суспензиях 7-ми дневных культур грибов *F. verticillioides* с титром $2,9 \times 10^6$ спор/мл и *F. graminearum* в течение 90 мин. Высушенные семена 30 минут выдерживали в 10%-х водных суспензиях биопрепаратов Trichodermin-SC и Gliocladin-SC. Посев подготовленных семян проводили в кюветы со стерильным субстратом (чернозем + 15% песка). Варианты опыта: 1) контроль 1 – инфицирование семян *F. verticillioides*, 2) контроль 2 – замачивание здоровых семян в воде, 3) обработка инфицированных семян биопрепаратом Trichodermin-SC, 4) обработка инфицированных семян Gliocladin-SC.

Такие же варианты при инфицировании семян патогеном *F. graminearum*. В каждом варианте по 4 повторности, в опыте 200 семян, продолжительность эксперимента 5 недель, после чего учитывалась поражаемость проростков корневыми гнилями (Lazari, I. 2002).

В условиях полевого опыта влияние биопрепаратов на снижение развития фузариозных гнилей (фузариоз початков) проводили методом предпосевной обработки семян на экспериментальной базе Института Растениеводства «Porumbeni» в 2019 году. В опыте использовали два гибрида семян: сахарная Porumbeni-280 и Porumbeni-402 для получения крупы и муки. Площадь опытного участка 5000,0 м² с естественным инфекционным фоном, в опыте 5 вариантов по три повторности. Варианты: 1) контроль без обработки, 2) химический эталон Vitavax 200 FE, 2,5кг/т семян, 3) Trichodermin-SC, 1л/т, 4) Gliocladin-SC, 1л/т, 5) Paurin, 1л/т. Были определены высота растений в фазе молочной спелости, длина початков без обертки, количество семян в одном ряду, масса семян с 1-го початка, масса 1000 семян, урожай семян с 1 га, а также биологическая эффективность (БЭ) биопрепаратов в снижении развития фузариозной гнили.

Статистическую обработку результатов проводили согласно методу однофакторного дисперсионного анализа с использованием компьютерных методов обработки данных на платформе ABC Pascal.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Из разных частей растений кукурузы выделяли грибы *Fusarium*. Из семян в чистую культуру выделено 11 изолятов, из корней – 7, из стеблей – 2, из семян молочной спелости – 2, из обертки початка 3 – всего 25 изолятов.

При проверке на патогенность методом биопробы на семенах было определено, что часть изолятов патогенность не проявили. Из 25 грибов рода *Fusarium*, выделенных из растений кукурузы непатогенных, снижающих всхожесть и развитие проростков менее чем на 30% отмечено 11 изолятов. Слабопатогенных, снижающих показатели развития проростков на 31-50% отмечено 6 изолятов, умеренно патогенных (сдерживание роста на 51-70%) – 6 изолятов. Патогенных, снижающих показатели развития проростков более чем на 70% – 2 изолята (Щербакова, Т. 2018), (табл. 1, 2).

Таблица 1. Действие изолятов грибов *Fusarium* на прораствание семян кукурузы

Вариант, № изолята <i>Fusarium sp.</i>	Всхожесть		Длина листа		Длина корня		Масса 100 ростков (с корнями)	
	%	% к контролю	см	% к контролю	см	% к контролю	г	% к контролю
1	97,9	2,1	9,8	-3,9	11,2	-6,7	77,4	-2,8
2	93,6	6,4	9,6	-5,9	14,0	+16,7	78,0	-2,0
3	95,7	4,3	4,4	-56,9	3,1	-74,2	54,7	-31,3
4	95,7	4,3	6,7	-34,3	4,6	-61,7	54,8	-31,2
5	91,5	8,5	6,2	-39,2	3,8	-68,3	63,5	-20,2
6	97,9	2,1	7,7	-24,5	11,1	-7,5	68,8	-13,6
7	95,7	4,3	10,5	+2,9	12,4	+3,3	74,3	-6,7
8	93,6	6,4	9,8	-3,9	11,0	-8,3	80,6	+1,2
9	93,6	6,4	10,1	-1,0	12,2	+1,7	78,3	-1,6
10	80,9	19,1	9,1	-10,8	11,9	-0,8	77,5	-2,6
Контроль	100	-	10,2	-	12,0	-	79,6	-
HCP _{0,05}	9,6		2,3		1,2		3,8	

Таблица 2. Влияние изолятов грибов *Fusarium* на прораствание семян кукурузы

Вариант, № изолята <i>Fusarium sp.</i>	Всхожесть		Длина листа		Длина корня		Масса 100 ростков (без корней)	
	%	% к контролю	см	% к контролю	см	% к контролю	г	% к контролю
11	92,9	7,1	16,8	-6,7	10,8	-12,9	39,8	-10,8
12	80,9	19,1	13,7	-23,9	6,0	-51,6	33,1	-25,8
13	73,8	26,2	16,4	-8,9	12,5	+0,8	46,8	+4,9
14	69,0	31,0	15,4	-14,5	10,4	-16,1	40,1	-10,1
15	52,4	47,6	6,5	-63,9	3,5	-71,8	16,2	-63,7
16	83,0	17,0	10,5	-41,7	6,3	-49,2	26,5	-40,6
17	90,5	9,5	7,8	-56,7	5,4	-56,5	20,4	-54,3
18	59,5	40,5	12,4	-31,1	7,0	-43,6	34,2	-23,3
19	92,9	7,1	7,6	-57,8	4,2	-66,1	19,9	-55,4
20	97,6	2,4	14,6	-18,9	8,5	-31,5	32,3	-27,6
21	73,8	26,2	8,1	-55,0	4,8	-61,3	19,4	-56,5
22	77,6	22,4	17,4	-3,3	7,8	-37,1	48,4	+8,5
23	78,6	21,4	20,2	+12,2	12,8	+3,2	46,1	+3,4
24	78,0	22,0	18,7	+3,9	13,1	+5,6	40,4	-9,4
25	61,9	38,1	15,8	-12,2	7,1	-42,8	38,1	-14,6
Контроль	100	-	18,0	-	12,4	-	44,6	-
HCP _{0,05}	10,4		2,5		1,9		3,2	

Непатогенные изоляты были выделены, в основном, из пятен на стеблях, семянках молочной спелости, приобретенных розовый цвет, оберток початков кирпичного цвета и различных пятен на початках.

Таким образом, было определено, что из общего количества фузариозного комплекса грибов, выделенных из кукурузы, 56% способны поражать эту культуру и, соответственно, наносить существенный ущерб.

Интенсивность развития фузариозных корневых гнилей и действие биопрепаратов на их снижение исследовали в лабораторном вегетационном опыте. Данные эксперимента показали, что на жестком инфекционном фоне заражения семян патогеном *F. verticillioides* интенсивность развития корневых гнилей в контроле 1 (зараженные семена), составила 79,5%. При обработке зараженных семян биопрепаратом Trichodermin-SC интенсивность заболевания снизилась до 47,5%, а при обработке зараженных семян биопрепаратом Gliocladin-SC – до 49,0%. Биологическая эффективность биопрепарата Trichodermin-SC составила 40,3%, биопрепарата Gliocladin-SC – 38,4%. Степень развития болезни в варианте контроль 2 без заражения и без обработки составила 42,5%, что свидетельствует о изначально высокой зараженности семян патогенами и необходимости предпосевных обработок (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность биопрепаратов на основе *Trichoderma* в снижении развития корневых гнилей кукурузы, вызванных патогенами *Fusarium verticillioides* и *F. graminearum* при искусственном инфицировании семян в условиях лабораторного опыта

Вариант	Число растений по баллам поражения					Развитие болезни, %	Биологическая эффективность, %
	Баллы поражения						
	0	1	2	3	4		
<i>F. verticillioides</i>							
Контроль 1, инфекционный	1	3	6	16	24	79,5	-
Контроль 2, обработка H ₂ O	5	22	12	5	6	42,5	-
Trichodermin-SC	5	19	12	4	10	47,5	40,3
Gliocladin-SC	3	22	9	6	10	49,0	38,4
HCP _{0,05}						5,2	
<i>F.graminearum</i>							
Контроль 1, инфекционный	14	9	14	6	7	41,5	-
Контроль 2, обработка H ₂ O	21	15	4	5	5	29,0	-
Trichodermin-SC	34	7	2	3	4	18,0	56,6
Gliocladin-SC	26	11	6	4	3	23,5	43,4
HCP _{0,05}						8,6	

Менее агрессивным оказался патоген *F. graminearum*. Биологическая эффективность биопрепаратов Trichodermin-SC и Gliocladin-SC в снижении развития корневых гнилей, вызванных этим патогеном на жестком инфекционном фоне составила 56,6% и 43,4%, соответственно. Интенсивность развития заболевания в контроле 1 (зараженные семена) составила 41,5%, при обработке зараженных семян биопрепаратом Trichodermin-SC – 18,0%, при обработке зараженных семян биопрепаратом Gliocladin-SC – 23,5%. В варианте контроль 2 (без заражения) интенсивность заболевания составила 29,0% (табл. 3).

Таким образом, получены данные о биологической эффективности биопрепаратов Trichodermin-SC и Gliocladin-SC в снижении развития корневых гнилей проростков кукурузы на жестком инфекционном фоне заражения семян, что свидетельствует о высоком защитном эффекте биопрепаратов.

Исследования продолжены в условиях полевого опыта. Определяли влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами Trichodermin-SC, Gliocladin-SC и Paurin на показатели структуры биологической урожайности культуры и биологическую эффективность в снижении степени воздействия патогенных микроорганизмов на растения.

Закладку полевого опыта проводили в начале мая с нормой высева 50-55 тысяч растений на гектар. Погодные условия вегетационного периода 2019 характеризовались недобором осадков в апреле – 88% от нормы (35 мм) и в мае – 69% от нормы (35 мм), что несколько задерживало появление дружных всходов. Однако выпавшие в июне осадки 83 мм, или 126% от нормы и тем-

пературы, превышающие норму на $+3,6^{\circ}\text{C}$, способствовали стремительному росту растений и выравниванию в соответствии с фазами развития. Дефицит осадков в июле – 52% от нормы (34 мм) и в августе – 87% от нормы (55 мм) с максимальными температурами $31-34^{\circ}\text{C}$ повлияли на развитие и распространение патогенных микроорганизмов в опыте (Pogoda i klimat...).

Наряду с защитным действием, тестируемые биопрепараты обладают стимулирующим рост растений эффектом (Щербакова, Т. 2016), в условиях полевого опыта определяли их влияние на высоту растений кукурузы. При обработке семян обоих гибридов биопрепаратами, высота растений была больше, чем в контроле на 7,3-8,6%, при обработке химическим эталоном этот показатель превышал контроль на 3,0-5,0%.

В получении высоких урожаев важную роль играют такие показатели структуры урожая, как длина початка, количество зерен в ряду и масса 1000 зерен. У сахарной кукурузы Porumbeni-280 при использовании биопрепаратов длина початка была больше на 3,8-12,5%, у гибрида Porumbeni-402 – на 4,2-5,9%, по сравнению с контролем (табл. 4).

Таблица 4. Влияние биопрепаратов на структуру урожая кукурузы

Вариант	Высота растений, см	Длина початка, см	Число семян в ряду, шт.	Масса семян с початка, г	Масса 1000 семян, г	Урожай семян, кг/га
Porumbeni-280						
Контроль	177,0	18,4	37,7	123,1	167,6	9 455
Vitavax 200FF	182,3	19,8	37,5	127,3	182,2	9 790
Trichodermin-SC	190,7	20,7	38,7	142,8	202,2	10 610
Gliocladin-SC	192,0	19,1	38,2	135,6	196,3	10 030
Paurin	190,3	19,4	37,7	135,9	194,2	10 135
HCP _{0,05}	5,7	1,2	0,5	11,2	14,3	
Porumbeni-402						
Контроль	200,0	19,0	46,8	158,7	238,2	8 729
Vitavax 200FF	210,0	19,4	45,1	164,7	261,1	9 059
Trichodermin-SC	217,3	20,0	49,9	182,4	261,8	10 032
Gliocladin-SC	216,4	20,1	46,9	168,2	256,6	9 251
Paurin	214,7	19,8	46,4	161,0	247,4	8 855
HCP _{0,05}	8,9	0,9	1,7	9,2	18,1	

Число зерен в ряду початка у гибрида Porumbeni-280 практически не различались в вариантах, и составляло 37-38 семян. У гибрида Porumbeni-402 максимальное количество семян в ряду отмечено в варианте с применением Trichodermin-SC и составило 49-50 зерен, в контроле и вариантах с использованием препаратов Gliocladin-SC и Paurin этот показатель был на одном уровне. Однако уменьшение числа зерен в ряду не всегда ведет к снижению урожая, и в этом большая роль отведена показателю массы 1000 семян. На него оказывают влияние многие факторы, в том числе и поражение болезнями. У гибрида Porumbeni-280 максимальная масса 1000 семян получена в варианте с обработкой семян до посева биопрепаратом Trichodermin-SC и составила 202,2 г, что на 20,6% существенно больше, чем в контроле. Препараты Gliocladin-SC и Paurin увеличивали этот показатель на 15,9-17%, химический эталон только на 8,7%. У гибрида Porumbeni-402 масса 1000 семян в химическом эталоне и в варианте Trichodermin-SC была на одном уровне и превышала контроль на 9,6-9,9%. Биопрепарат Gliocladin-SC увеличивал этот показатель на 7,7%, Paurin – на 3,8% (табл. 4).

Масса семян с одного початка при обработке семян биопрепаратами у гибрида Porumbeni-280 превышала контроль на 10,1-16%, у гибрида Porumbeni-402 на 1,4-14,9% (табл. 4).

Конечным итогом оценки защитного действия биопрепаратов является показатель величины собранного урожая (Lazari, I. 2002). Потенциальная урожайность кукурузы гибрида Porumbeni-280 была выше при использовании биопрепаратов для обработки семян до посева на 6,1%-12,2%, по сравнению с контролем. В химическом эталоне урожай был выше контроля на 3,5%. У гибрида Porumbeni-402 максимальное количество урожая получено с применением биопрепарата Trichodermin-SC с потенциальной урожайностью 10 032 кг/га, превышающей контроль на 14,9%. Gliocladin-SC повышал урожай на 6%, химический эталон Vitavax 200FF на 3,8%.

В итоге, нами было установлено увеличение всех показателей структуры биологической урожайности кукурузы сахарной, гибрида Porumbeni-280 и гибрида Porumbeni-402 для получения муки при использовании биопрепаратов для обработки семян до посева.

Биологическую эффективность биопрепаратов определяли по фузариозному поражению початков, выявляли среднее число пораженных початков в варианте и среднее число пораженных зерен в початке. У гибрида Porumbeni-280 в контроле развитие болезни составило 16,3%, а распространение – 6,8%. При обработке семян биопрепаратом Trichodermin-SC развитие болезни снизилось до 6,7%, число больных растений сократилось до 1,6%, а биологическая эффективность составила 76,5%. При использовании биопрепарата Gliocladin-SC развитие болезни составило 7,7%, распространение – 1,7% с биологической эффективностью 75,3%. Биологическая эффективность препарата Paurin составила 75%, химического эталона Vitavax 200 FF – 80,8% (табл. 5).

Таблица 5. Эффективность биопрепаратов в защите кукурузы от фузариозных гнилей

Вариант	Развитие болезни, %	Распространение болезни, %	Биологическая эффективность, %
Porumbeni-280			
Контроль	16,3	6,8	-
Эталон Vitavax 200 FF	9,7	1,3	80,8
Trichodermin-SC	6,7	1,6	76,5
Gliocladin-SC	7,7	1,7	75,3
Paurin	7,3	1,7	75,0
HCP _{0,05}			3,4
Porumbeni-402			
Контроль	10,3	4,5	-
Эталон Vitavax 200 FF	6,3	0,8	83,3
Trichodermin-SC	4,3	1,0	79,2
Gliocladin-SC	5,3	1,1	77,1
Paurin	5,6	1,14	76,3
HCP _{0,05}			2,5

Гибрид Porumbeni-402 был менее поражен фузариозными гнилями, развитие заболевания в контроле составило 10,3%, распространение – 4,5%. Биологическая эффективность биопрепарата Trichodermin-SC составила 79,2%, Gliocladin-SC – 77,1%, Paurin – 76,3%, химического эталона – 83,3% (табл. 5).

ВЫВОДЫ

Из 25 грибов рода *Fusarium*, выделенных из растений кукурузы, отмечено 11 непатогенных изолятов, 6 слабопатогенных, 6 умеренно патогенных и 2 патогенных.

Получены данные о биологической эффективности биопрепаратов Trichodermin-SC и Gliocladin-SC в снижении развития корневых гнилей проростков кукурузы на жестком инфекционном фоне заражения семян. Для патогена *F. verticillioides* БЭ составила 40,3% и 38,4%, для патогена *F. graminearum* – 56,5% и 43,4%, соответственно, что свидетельствует о высоком защитном эффекте биопрепаратов.

В полевых экспериментах предпосевная обработка семян биопрепаратами Trichodermin-SC, Gliocladin-SC и Paurin оказала влияние на все показатели структуры биологической урожайности сахарной кукурузы гибрида Porumbeni-280 и гибрида Porumbeni-402 для производства муки. Биопрепараты увеличивали длину початков на 3,8-12,5%, массу 1000 семян на 3,8-20,6%, массу семян с початка на 1,4-16%, урожай зерна на 1,4-14,9%. Биологическая эффективность биопрепаратов в снижении развития фузариозных гнилей кукурузы составила 75,0-79,2%, химического эталона Vitavax 200 FF – 80,8-83,3%. Биопрепараты можно рекомендовать для обработки семян перед посевом и получения экологически чистой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БИЛАЙ, В.И. (1982). Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова думка. 550 с.
2. ЕГОРОВ, Н.С. (1995). Руководство к практическим занятиям по микробиологии. Москва: МГУ. 224 с.
3. ИВАЩЕНКО, В.Г. (2015). Семенные инфекции кукурузы: этиология, диагностика, особенности защиты. В: Вестник защиты растений, № 1, т. 83, с. 22-30. ISSN 1815-3682.
4. ТРИБЕЛЬ, С.А. и др. (2014). Защита кукурузы. В: Защита и карантин растений, № 4, с. 69(1)-105(37). ISSN 1026-8634.
5. ЩЕРБАКОВА, Т.И. (2016). Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратом Gliocladin-SC на биометрические показатели проростков некоторых полевых культур. В: Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС: межд. научно-практ. конф., 9-12 авг. 2016, Большие Вяземы, т. 2, с. 691-700. ISBN 978-5-98467-016-6.
6. ЩЕРБАКОВА, Т.И., ПЫНЗАРУ, Б.В. (2018). Определение патогенности изолятов грибов *Fusarium*, выделенных из кукурузы. In: Protecția plantelor în agricultura convențională și ecologică: Mat. conf. internaț. șt. IGFP, Chișinău, 10-12 dec. 2018, pp. 251-254. ISBN 978-9975-108-52-2.
7. ANUARUL statistic al Republicii Moldova (2018). Chișinău. 465 p. ISBN 978-9975-53-418-5.
8. LAZARI, I. (2002). Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în RM. Chișinău. 286 p. ISBN 9975-9597-3-3.
9. Pogoda i klimat [online]. Accessed: 10.03.2020. Available: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ЩЕРБАКОВА Татьяна Игнатьевна*  <https://orcid.org/0000-0002-2632-325X>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория Фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Кишинёв, Республика Молдова
E-mail: tscerb@gmail.com

ПЫНЗАРУ Борис Васильевич  <https://orcid.org/0000-0002-7323-4770>

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория Фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Кишинёв, Республика Молдова
E-mail: borispinzaru@mail.ru

МАТИЧУК Василий Георгиевич  <https://orcid.org/0000-0002-0879-7830>

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по науке, Институт Растениеводства «Porumbeni», Республика Молдова
E-mail: vasilematiciuc@yahoo.com

ЛЕМАНОВА Наталья Борисовна  <https://orcid.org/0000-0002-2626-0922>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория Фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Кишинёв, Республика Молдова
E-mail: lemanova@list.ru

ВОЛОЩУК Леонид Федорович  <https://orcid.org/0000-0002-7475-4310>

доктор биологических наук, заведующий лабораторией Фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Кишинёв, Республика Молдова
E-mail: l.volosciuc@gmail.com

*Corresponding author: tscerb@gmail.com

Received: 30.03.2020

Accepted: 15.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3892953

CZU: 581.33

ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СПОР *BACILLUS SUBTILIS* В СУХОЙ ПРЕПАРАТИВНОЙ ФОРМЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ ПРЕПАРАТА

Аркадий НИКОЛАЕВ, Ирина МАКСИМОВА, Светлана НИКОЛАЕВА

Abstract. The purpose of the research is to create a dry preparative form of a microbiological product that allows producing and storing the preparation for a long time. The objective of the study is to determine the viability of spores in the preparation over various periods of preparation storage. To determine the spore titer, colonies were counted using digital images when sowing various dilutions in samples on the nutritive medium. The article presents data on the viability of *Bacillus subtilis* spores in a dry preparation, depending on the shelf life of the fungicide. The titer of viable spores in the initial preparation was $9.1 \cdot 10^9$ spores per gram, after 5 months of storage - $8.6 \cdot 10^9$ spores / 1g, after 36 months - $5.7 \cdot 10^9$ spores / 1g, after 72 months - $2.7 \cdot 10^9$ spores / 1g. After 6 years storage of the dry preparative form, the titer of viable spores was comparable with the liquid form of the fungicide currently used and not storable for a long time.

Key words: Bacterial preparation; Dry formulation; Shelf life; Spore viability.

Реферат. Цель исследований – создать сухую препаративную форму микро-биопрепарата, позволяющую набирать и хранить препарат длительное время. Задача исследований – определить жизнеспособность спор в препарате через различные сроки хранения препарата. Для определения титра спор проводился учет колоний по цифровым изображениям при посеве различных разведений в навесках препарата. В статье приводятся данные о жизнеспособности спор *Bacillus subtilis* в сухом препарате в зависимости от сроков его хранения. Титр жизнеспособных спор исходного препарата составлял $9,1 \cdot 10^9$ спор в 1 грамме. После 5 месяцев хранения титр составлял $8,6 \cdot 10^9$ спор/г, после 36 месяцев – $5,7 \cdot 10^9$ спор/г, после 72 месяцев – $2,7 \cdot 10^9$ спор/г. После 6 лет хранения препарата титр жизнеспособных спор был сопоставим с таковым в жидкой форме препарата, применяемой в настоящее время и не подлежащей длительному хранению.

Ключевые слова: Бактериальный препарат; Сухая препаративная форма; Сроки хранения; Жизнеспособность спор.

ВВЕДЕНИЕ

Биологические препараты на основе *Bacillus subtilis* в последнее время находят все большее применение для борьбы с болезнями растений. Споровые бактерии, и в частности бактерии рода *Bacillus*, уже давно привлекают внимание ученых как источники различных микробиологических продуктов.

Korsten L., Cook N. (1996) приводят информацию о применении *Bacillus cereus* против ржавчины лука, *Bacillus megaterium* – против стеблевой ржавчины пшеницы, антракноза джута, бурой пятнистости риса; *Bacillus mycoides*, *Bacillus polymyxa* и *Bacillus pumilis* – против стеблевой ржавчины пшеницы, и, в особенности, *Bacillus subtilis* в качестве средств защиты растений от разных болезней.

Антибиотики, образуемые споровыми бактериями рода *Bacillus*, широко используются в медицине (Кожибски, Т. и др. 1969) животноводстве, в качестве пробиотиков для регулирования баланса микрофлоры кишечника в медицинских и ветеринарных целях (Senesi, S. 2004; Hong, H.A. и др. 2005), а также в качестве источников получения ферментов и т.п.

Работа по применению биологического метода борьбы с болезнями растений заставляет ученых постоянно вести исследования по разработке препаративных форм биопрепаратов (Jae Pil Lee, Seon-Woo Lee и др. 2006; Salam, N. et al. 2009).

В республике Молдова отсутствует крупнотоннажное производство микро-биопрепаратов, поэтому биопрепараты производят с помощью подвесных качалок инженерно-технологического института «Биотехника» Национальной Академии Аграрных Наук Украины. Продукты, полученные на таком оборудовании, представляют собой жидкую культуру микроорганизма-продуцента. В качестве производственного биопрепарата применяют именно такую форму препарата. Как правило, такие формы препаратов не могут храниться длительное время, что создает определенные трудности и для разработчиков биопрепаратов, и для потребителей. Как правило, такие препараты потребитель приобретает после выполнения производителем специального заказа. Поэтому успешное применение биопрепаратов предусматривает создание препаративной фор-

мы, которая не теряла бы биологическую активность в процессе хранения. Наличие стабильной, длительно хранящейся формы биопрепаратов позволяет хорошо организовать наработку препарата, его применение и реализацию.

Цель наших исследований – разработка сухой препаративной формы препарата, которая может храниться длительное время без потери активности.

Задача исследований – определить продолжительность сохранности жизнеспособных спор в созданной нами опытной партии препарата, при которой титр препарата оставался бы близким к исходному.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2014 году мы получили опытную партию сухого препарата спор споровых бактерий *Bacillus subtilis*. При получении сухой препаративной формы биопрепарата на основе спор руководствовались методом, описанным в патенте Леляк А.И. и др. (Патент RU 2105562). Примененный нами метод отличается от патента тем, что споры бактерий получали не на плотной, а на жидкой среде.

Технология получения сухой препаративной формы, которую мы применили, включает такие стадии:

- выращивание бактерии-продуцента в жидкой питательной среде до стадии максимального спорообразования;
- отделение биомассы спор от питательной среды;
- адсорбция спор на смеси крахмала и сахарной пудры и при необходимости последующее добавление сахарной пудры до создания сыпучего состояния препарата.

В качестве наполнителя использовали смесь сахара и крахмала при соотношении биомассы спор бактерий и крахмала не более 1:1 и биомассы спор бактерий и сахара не более 1:50. При увеличении соотношения спор бактерий и крахмала более 1:1 не все споры будут иммобилизованы на крахмал, что снизит качество приготавливаемого препарата. В результате нескольких проб был найден приемлемый способ и приготовлена опытная партия сухого порошка препарата.

Препарат из споровой фракции готовили следующим образом:

Отцентрифугировали в пробирку споры из 200 мл 30 часовой жидкой культуры *B. subtilis* CNMN-BB-06 на оптимизированной среде и осторожно слили надосадочную жидкость. Следует отметить, что над осадком было некоторое количество жидкости не свободной от взвеси. При попытке слить надосадочную жидкость часть взвеси также могла быть слита. Мы предполагаем, что таким образом могла произойти потеря какого-то количества спор, поэтому старались сливать надосадочную жидкость таким образом, чтобы не допустить существенной потери взвеси и, как следствие, спор бактерий. Поэтому осадок спор содержал небольшое (минимальное) количество жидкой фракции. После этого в пробирку добавили 5 г смеси сахар: крахмал (1:1) и перемешали до максимальной гомогенности. Получилась паста, тягучая и довольно влажная. Поэтому к этой смеси добавили еще 5 г такой же смеси и снова тщательно перемешали. Пастообразное состояние сохранилось. Поэтому еще в два этапа добавляли по 5 г чистого сахара. В итоге получился влажный порошок.

Через определенные промежутки времени хранения из образца препарата были собраны навески проб и определено количество живых спор в препарате. При определении титров применялся способ отсроченного учета числа колоний на чашках Петри с использованием цифровых изображений (Николаев, А., Николаева, С. 2015; Nikolaev A.N., Maksimova, I.A., Nikolaeva, S.I. 2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Таким образом препарат спор содержал осадок спор из 200 мл жидкой культуры + 10 г смеси сахар: крахмал (1:1) и 10 грамм чистого сахара.

Из посевов аликвоты объемом 0,1 мл с учетом соответствующего разведения и перерасчета навески было установлено, что титр препарата составил $9,1 \cdot 10^9$ спор в 1 грамме препарата. Полученный сухой препарат спор был перенесен в пластиковый флакон с завинчивающейся крышкой и хранился при комнатной температуре в условиях лаборатории с 11.09.2014 года, (Николаев А.Н., Николаева С.И., 2017). При определении титра спор 24 февраля 2015 года, т.е. после 5 месяцев хранения, было установлено, что титр препарата составил $8,6 \cdot 10^9$ спор/г.

Через три года (август 2017 года) была снова определена жизнеспособность спор в этом же препарате и, было установлено, что титр составил $5,7 \cdot 10^9$ спор в 1 г препарата. И наконец, в марте 2020 года, т.е. после 6 лет хранения было снова определено количество спор в образце. Отличительной особенностью определения титров в опыте 2020 года было то, что посе́вы проб из разведения препарата проводили не с помощью шпателя Дригальского, а методом глубинного посе́ва. При этом аликвоту разведений препарата в виде суспензии наносили на дно пустой стерильной чашки Петри, после чего чашка заливалась расплавленной агаризованной средой, и проводились круговые вращения для равномерного распределения спор в еще не остывшей среде.

На рисунке 1 показаны чашки с колониями глубинного посе́ва спор в разведении 10^6 при учете 19 марта 2020. На чашке слева выросло 212 колонии, а на чашке справа – 204 колонии. Среднее из двух чашек число колоний на чашу составило 208 колоний.



Рисунок 1. Глубинные колонии на чашках с разведением 10^6 при раститровке биопрепарата 19 марта 2020

Расчет титра в препарате показал, что в 1 г препарата на дату учета титр составил $2,7 \cdot 10^9$ спор в 1 грамме препарата. В таблице 1 приводятся титры препарата в зависимости от продолжительности срока хранения.

Таблица 1. Динамика снижения жизнеспособности спор в сухой препаративной форме биопрепарата на основе *B. subtilis* в зависимости от продолжительности хранения препарата

№ п/п	Продолжительность хранения препарата	Титр препарата и срок хранения препарата
1	исходный титр	$9,1 \cdot 10^9$ спор/г
2	5 месяцев	$8,6 \cdot 10^9$ спор/г
3	36 месяцев	$5,7 \cdot 10^9$ спор/г
4	72 месяца	$2,7 \cdot 10^9$ спор/г

Из таблицы видно, что за период хранения препарата в течение шести лет титр спор в препарате уменьшился более чем в три раза, но в тоже время оставался таким же или даже выше, чем жидкий препарат, получаемый биофабриками на подвесных качалках.

Препарат, полученный по использованной нами технологии, хорошо диспергируется в рабочем растворе и не образует комков при хранении. Наличие крахмала и сахара в препарате после обработки растений создает резерв питания для прорастания спор на поверхности растений и повышает эффективность действия препарата. Такой препарат можно применять для предпосевной обработки семян, для внесения в почву и для опрыскивания растений. По такой технологии можно получать пробиотики для использования в медицине и в животноводстве, потому что кроме действующего начала, препарат содержит экологически чистые и безопасные для здоровья человека и животных крахмал и сахар.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показывают, что полученная нами препаративная форма сухого препарата позволяет набирать впрок препарат и хранить его без риска существенной потери жизнеспособности спор в течение шести лет. После шести лет хранения жизнеспособность спор в препарате уменьшилась с $9,1 \cdot 10^9$ спор/г до $2,7 \cdot 10^9$ спор/г.

Это позволяет заранее в межсезонье наработать необходимое количество препарата для проведения работ в течение вегетационного периода, не отвлекаясь на работу, связанную с получением препарата.

Препараты, полученные по такой технологии, являются высокотехнологичными при применении, экологически чистыми и пригодными для различных способов применения (предпосевной обработки, внесения в почву, опрыскивания растений). Такие препараты могут применяться в защите растений, медицине и ветеринарии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. КОЖИБСКИ, Т., КОВШИК-ГИНДИФЕР, З., КУРЫЛОВИЧ, В. (1969). Антибиотики, происхождение, природа и свойства. Варшава: Польское государственное медицинское издательство. 1343 с.
2. ЛЕЛЯК, А.И., КОСТРОВСКИЙ, В.Г. РЯЗАНКИНА, О.И., НАБИЕВ, К.Ф. МИСТЮРИН, Ю.Н., НОЗДРИН, Г.А. Способ получения бактериального препарата на основе *Bacillus subtilis* (Патент RU № 2105562).
3. НИКОЛАЕВ, Аркадий, НИКОЛАЕВА, Светлана, МАКСИМОВА, Ирина. (2015). Способ отсроченного учета числа колоний на чашках Петри. In: Studia Universitatis Moldaviae, Seria Științe reale și ale naturii, nr. 1(81), pp. 17-21. ISSN 1857-498X.
4. НИКОЛАЕВ, А.Н., НИКОЛАЕВА, С.И. (2017). Опыт создания сухой препаративной формы биопрепарата на основе *Bacillus subtilis*. В: Actual problems of zoology and parasitology: achievements and prospects: intern. symp., Chisinau, 3 Oct. 2017, с. 265-269. ISBN 978-9975-66-590-2.
5. HONG, H.A., LE DUC, H., CUTTING, S.M. (2005). The use of bacterial spore formers as probiotics. In: FEMS microbiology reviews, vol. 29, pp. 813-835. ISSN 1574-6976.
6. JAE PIL LEE, SEON-WOO LEE et al. (2006). Evaluation of formulations of *Bacillus licheniformis* for the biological control of tomato gray mold caused by *Botrytis cinerea*. In: Biological Control, vol. 37, pp. 329-337. ISSN 1049-9644.
7. KORSTEN, L., COOK, N. (1996). Optimizing Culturing Conditions for *Bacillus subtilis*. In: South African Avocado Growers' Association yearbook, vol. 19, pp. 54-58.
8. NIKOLAEV, A.N., MAKSIMOVA, I.A., NIKOLAEVA, S.I. (2016). The use of digital imaging in quantitative microbial counts. In: Intern. Sci. Conf. on Microbial Biotechnology. 3rd ed., Chișinău, 12-13 oct., p. 148.
9. SALAM N., ABD ELRAZIK, A.A., HASSAN, M., KOCH, E. (2009). Powder formulation of *Bacillus subtilis*, *Trichoderma spp* and *Coniothyrium minitans* for biocontrol of Onion White Rot. In: Archives of Phytopathology and Plant Protection, vol. 42(2), pp. 142-147. ISSN 0323-5408.
10. SENESI, S. (2004). *Bacillus* spores as probiotics products for human. In: RICCA, E., HENRIQUES, A.O., CUTTING, S.M. (eds.). Bacterial spore formers: probiotics and emerging applications. London, pp. 132-141. ISBN 978-190493-302-1.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

НИКОЛАЕВ Аркадий Николаевич*  <https://orcid.org/0000-0003-3948-7998>

доктор биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, Лаборатория фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Республика Молдова
E-mail: arcadiinicolaev2@gmail.com

МАКСИМОВА Ирина Аркадьевна  <https://orcid.org/0000-0003-3030-6417>

кандидат биологических наук, Факультет почвоведения, Московский Государственный Университет им. «М.В. Ломоносова», научный сотрудник, Лаборатория микробиологии почв, Россия
E-mail: maximova.irina@gmail.com

НИКОЛАЕВА Светлана Ивановна

доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Лаборатория фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Республика Молдова

*Corresponding author: arcadiinicolaev2@gmail.com

Received: 01.04.2020

Accepted: 15.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3947164

CZU: 637.133.1

ELABORAREA INSTALAȚIEI FRIGORIFICE AUTOMATIZATE CU CONSUM REDUS DE ENERGIE ELECTRICĂ PENTRU RĂCIREA LAPTELUI

*Anatolie Daicu, Elena SCRIPNIC, Augustin VOLCONOVICI, Ala CHIRSANOVA,
Onorin VOLCONOVICI, Victorin SLIPENCHI, Ina VOLCONOVICI*

Abstract. The aim of the study has been to determine the optimum period and the efficiency of the use of the automated installation with low energy consumption for milk cooling using natural cold. The use of the natural cooling installation in the cold season and of the combined installation (refrigeration installation and natural cooling installation) in the warm season was substantiated from the point of view of energy saving. The specific consumption of electrical energy for milk cooling by using natural cold constitutes 0,3 kW h/t in the cold season against 30-35 kW h/t when using typical refrigeration installations. From the analysis of temperatures registered in the central zone of the Republic of Moldova, it was established that the natural cooling installation might be used for milk cooling, including in the months of October and April, the duration of water cooling in the cold accumulator constituting several hours (from 4 to 13 hours for $t \leq 4^{\circ}\text{C}$).

Key words: Milk cooling; Natural cold; Refrigeration installation; Atmospheric temperature; Operating algorithms.

Rezumat. Scopul studiului este de a determina perioada optimă și eficiența utilizării instalației automatizate cu consum redus de energie electrică pentru răcirea laptelui cu utilizarea frigului natural. S-a argumentat din punct de vedere a economiei de energie electrică utilizarea instalației cu frig natural în perioada rece a anului și a instalației combinate (instalația frigorifică și instalația cu frig natural) în perioada caldă a anului. Consumul specific de energie electrică pentru răcirea laptelui cu aplicarea frigului natural constituie 0,3 kW h/t în perioada rece a anului, față de 30-35 kW h/t la utilizarea instalațiilor frigorifice tipice. Din analiza temperaturilor înregistrate în zona centrală a Republicii Moldova s-a constatat, că instalația cu frig natural ar putea fi utilizată pentru răcirea laptelui inclusiv și în lunile octombrie și aprilie, durata de răcire a apei în acumulatorul de frig constituind câteva ore (de la 4 până la 13 ore pentru $t \leq 4^{\circ}\text{C}$).

Cuvinte-cheie: Răcirea laptelui; Frig natural; Instalație frigorifică; Temperatura aerului atmosferic; Algoritmi de funcționare.

INTRODUCERE

Una dintre principalele sarcini în procesarea primară a laptelui la fermele de bovine este menținerea calității ridicate a laptelui produs. Acest lucru este posibil inclusiv prin scăderea temperaturii laptelui cu ajutorul sistemelor de răcire. Funcționarea și întreținerea acestor instalații implică însă anumit consum de energie electrică care, în consecință, afectează direct, într-o măsură mai mare sau mai mică, prețul produsului final (Шилин, В.А., Герасимова, О.А., Любачев, А.В. 2012). Astfel, creșterea eficienței economice și economisirea energiei electrice utilizate de instalațiile frigorifice se impune drept unele dintre obiectivele majore ale producției de lapte.

Îmbunătățirea calității laptelui în timp ce se reduce intensitatea și complexitatea energetică a procesului de prelucrare este imposibilă fără o ajustare funcțională a sistemelor de răcire. În acest sens devine foarte importantă dezvoltarea instalațiilor frigorifice care utilizează frig natural, precum și a tehnologiilor computerizate pentru controlul proceselor de răcire și acumulare de frig în moduri optime, care să reducă consumul de energie electrică al procesului și să înlocuiască maximal munca manuală (Лавров, В.А. 2006; Кушнир, М. 2015). Astfel, o importanță și un rol deosebit în automatizarea instalației nominalizate îl au grafurile automate.

În industria frigorifică, pentru depozitarea alimentelor și păstrarea laptelui, în scopul reducerii costurilor de energie electrică, sunt utilizate pe scară largă acumuloarele cu frig. Acestea se încarcă în timpul funcționării instalațiilor la temperaturi scăzute și sunt destinate răcirii ulterioare a laptelui. Acumuloarele de acest tip pot fi utilizate și în combinație cu o instalație frigorifică (Лесюк, Е.А. 1999).

Utilizarea acumuloarelor cu frig este recomandată pentru instalațiile frigorifice care funcționează în condiții de încărcare zilnică neuniformă la valori maxime. În prezent, în practica mondială, acumuloarele cu frig contribuie la reducerea cheltuielilor necesare pe care le implică obținerea cantității necesare de frig, iar acest lucru se datorează costului diferit al energiei electrice în timpul zilei și al nopții. Astfel, acumulatorul cu frig se încarcă în timpul nopții, atunci când energia electrică este mai ieftină, și se utilizează în timpul zilei.

Metodele de economisire a energiei electrice și echipamentele utilizate conduc nemijlocit la modificarea semnificativă a structurii liniilor tehnologice, a modului de funcționare și de control al acestora. O problemă aparte o constituie controlul fluxurilor de lapte răcit de frigul artificial și natural, într-o gamă largă de temperaturi exterioare.

Având în vedere extinderea gamei de utilaje și echipamente, precum și varietatea de scheme tehnologice, ar fi de mare folos tipizarea și unificarea algoritmilor de control, a mijloacelor tehnice și a echipamentelor electrice ale liniilor tehnologice (Учеваткин, А. 2008; Мусин, А., Марьяхин, Ф. et al. 2006).

Problema utilizării frigului natural pentru răcirea laptelui este foarte actuală și pentru Republica Moldova, care importă peste 90% din resursele energetice. Instalațiile cu frig natural sunt ecologice (exclud utilizarea freonului), au un consum redus de energie electrică (0,3 kWh/t) la acumularea frigului și nu necesită încăperi frigorifice suplimentare, toate acestea contribuind la ameliorarea indicilor economici (Daicu, A., Slipenchi, V. et al. 2019; Волконович, Л., Сырги, К. 2002). Totodată puterea electrică a instalației frigorifice la utilizarea frigului natural și artificial se reduce de 1,6-1,7 ori.

Scopul studiului este de a determina eficiența utilizării instalațiilor cu frig natural și artificial cu consum redus de energie electrică pentru răcirea laptelui în Republica Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Studiul a fost efectuat în baza datelor experimentale obținute la complexul didactico-experimental al Universității Agrare de Stat din Moldova (UASM), unde a fost implementat sistemul combinat de răcire, care include instalația frigorifică (cu frig artificial) și instalația cu frig natural pentru răcirea laptelui.

În baza grafurilor automate și a algebrei logice au fost elaborați algoritmi de funcționare a instalației automatizate cu frig natural și artificial pentru răcirea laptelui în flux.

Pentru stabilirea legității de distribuire a temperaturii aerului atmosferic $F(t)$ și aproximației acesteia au fost utilizate datele meteorologice pentru 24h în lunile octombrie 2019 și aprilie 2020 înregistrate la Centrul Meteorologic din mun. Chișinău și la complexul didactico-experimental al UASM.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În perioada rece a anului, răcirea laptelui cu utilizarea frigului natural este mai avantajoasă din punct de vedere al economiei de energie electrică (Fig. 1a)). Fără utilizarea instalației frigorifice, răcirea apei în acumulatorul cu apă A are loc doar la temperaturi joase ale aerului atmosferic ($t \leq 4^{\circ}\text{C}$). În acest caz, consumul specific de energie electrică pentru răcirea laptelui este de 0,3 kW/h, față de 30-35kW/h la instalațiile frigorifice tipice.

Utilizarea acumulatorului cu frig și în perioada caldă a anului, când $t > 4^{\circ}\text{C}$ (Fig. 1b)), permite reducerea puterii electrice a instalației frigorifice de circa 1,6-1,7 ori.

Totodată răcirea apei în acumulator în afara orelor de vârf ale consumului de energie, conform Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică a Republicii Moldova (ANRE), permite reducerea plății pentru energia electrică cu 40% (Fig. 2).

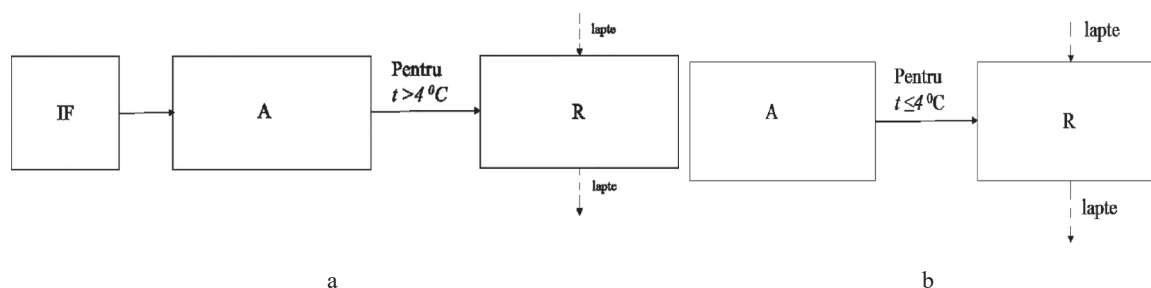


Figura 1. Răcirea laptelui cu utilizarea frigului natural (a)) și artificial (b))

A – acumulator cu apă; R – răcitor; IF – instalație frigorifică

Utilizarea în liniile de prelucrare primară a laptelui a acumulatorilor cu frig în combinație cu instalațiile frigorifice permite diminuarea esențială a costurilor pentru consumul de energie electrică la răcirea laptelui. În acest scop, apa în acumulatorul cu frig al instalației frigorifice se va răci în perioada cu

tarif minim al energiei electrice. Conform anexei la Hotărârea Agenției Naționale pentru Reglementarea Energiei nr. 43 din 11 septembrie 2001, consumatorii casnici care posedă utilajul de măsurare corespunzător, plata pentru energia electrică folosită poate fi efectuată conform unor tarife diferențiate în funcție de timpul consumării:

- între orele 10-17, 20-22, trimestrele I și IV ale anului, și orele 10-20, trimestrele II și III ale anului – cu coeficientul 1,0 din tariful stabilit;
- în orele de vârf 7-10, 17-20, trimestrele I și IV ale anului, și în orele de vârf 7-10, 20-22, trimestrele II și III ale anului – cu coeficientul 1,6 din tariful stabilit;
- în orele de noapte, pe tot parcursul anului, de la ora 22 până la ora 7 – cu coeficientul 0,6 din tariful stabilit.

Cu alte cuvinte, în cazul utilizării frigului acumulat cu utilizarea energiei electrice între orele 22 și 7, costul energiei electrice se reduce cu 40% (fig. 2). [<http://www.anre.md/tarife-in-vigoare-3-204>].

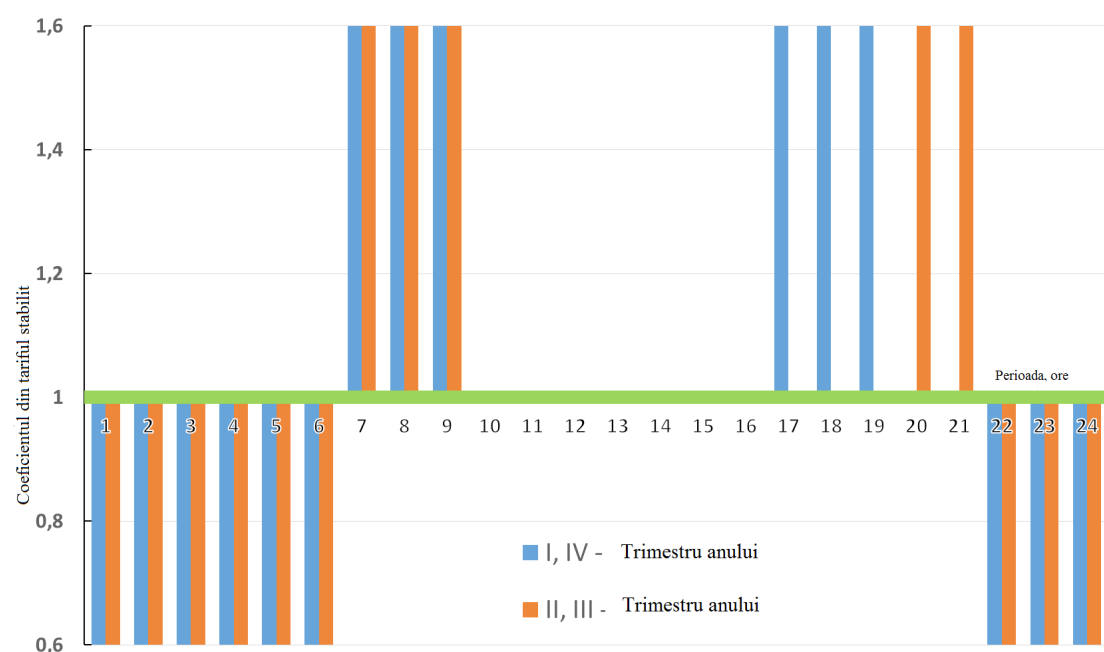


Figura 2. Costul energiei electrice consumate conform tarifelor diferențiate în funcție de perioada de consum

Schema funcțional-structurală a instalației cu utilizarea frigului natural și artificial este prezentată în figura 3, care reflectă principiul și metoda de funcționare a sistemului în procesul de răcire a laptelui cu aplicarea frigului natural (Volconovici, L., Crețu, V. et al. 2011a; Volconovici, L., Crețu, V. et al. 2011b; Volconovici, A. 2009).

În conturul de circulare sunt instalate compresorul instalației frigorifice reîncărcabile (1), condensatorul (2), evaporatorul (3), supapa termostatică (4); în conturul de circulare a agentului frigorific – schimbătorul de căldură (5), pompa agentului frigorific (6), acumulatorul cu frig natural și artificial (7), senzorii de temperatură a agentului frigorific (8), a mediului (9) și a laptelui (10), blocul de pulverizare (11) și blocul de comandă (12).

În continuare descriem pe scurt modul de funcționare al instalației. În perioada rece a anului, când temperatura agentului frigorific este suficientă pentru răcirea laptelui, acumulatorul se conectează succesiv în conturul de răcire (Fig. 3, Fig. 4 a)). Agentul frigorific din acumulatorul de frig (7) este direcționat, cu ajutorul pompei (6), în schimbătorul de căldură (5), unde răcește laptele, iar apoi nimerește din nou în acumulator prin blocul de pulverizare (11). Dacă temperatura agentului frigorific în acumulator crește și depășește temperatura necesară pentru răcirea laptelui, la semnalul senzorului de temperatură a agentului frigorific (8) se conectează compresorul instalației frigorifice reîncărcabile (1) și agentul frigorific este direcționat în evaporatorul (3), răcind agentul frigorific până la temperatura necesară. În regim de acumulare a frigului natural (la temperatura aerului atmosferic mai joasă de 4°C), compresorul instalației frigorifice reîncărcabile (1) nu funcționează. Acumularea frigului natural are loc din contul temperaturii joase a aerului atmosferic.

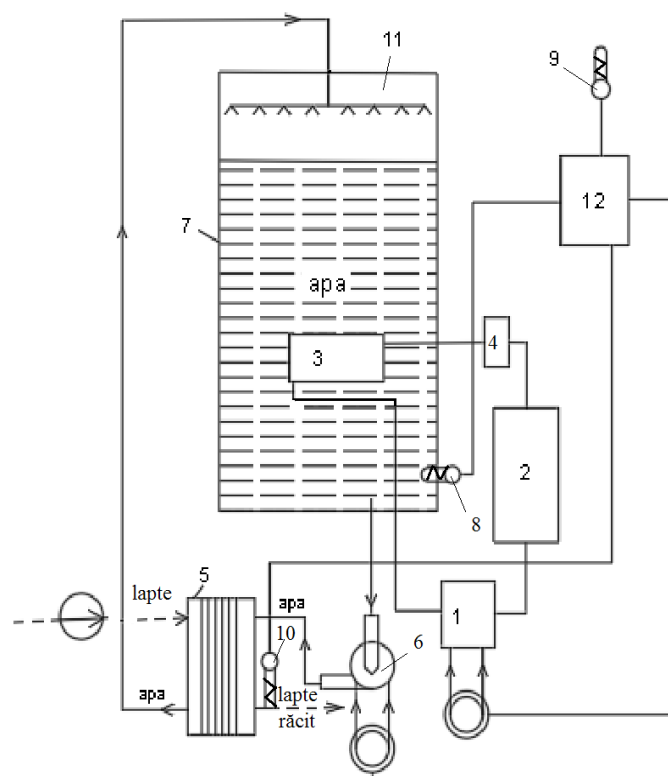


Figura 3. Schema funcțional-structurală a instalației frigorifice cu consum redus de energie electrică pentru răcirea laptelui cu utilizarea frigului natural și artificial

Evaporatorul instalației frigorifice reîncărcabile (3) poate fi amplasat în afara acumulatorului, într-un rezervor în flux special. În acest caz, agentul frigorific este direcționat în acumulator deja în stare răcită.

În perioada caldă a anului și în perioada de tranziție are loc acumularea frigului natural. Acumulatorul cu frig trebuie să fie izolat termic (Fig. 4(b)). Evaporatorul (3), plasat în acumulator, este unit cu compresorul (1), care presează vaporii agentului frigorific, îi transmite în condensator (2), iar de acolo, prin comutatorul termostatic (4), agentul frigorific în stare lichidă nimerește în evaporator.

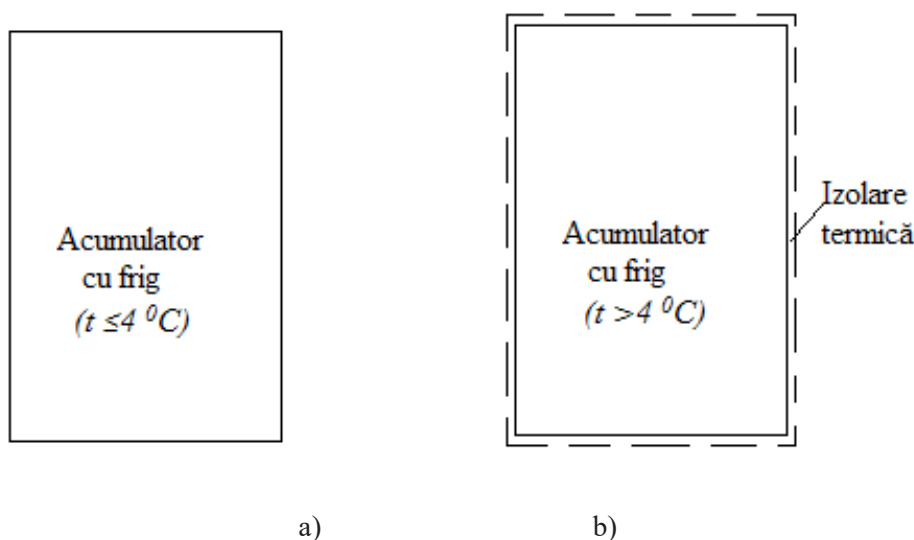


Figura 4. Acumulator cu frig pentru $t \leq 4^{\circ}\text{C}$ (a)) și pentru $t > 4^{\circ}\text{C}$ (b))

În perioada când temperatura aerului e mai mare de 4 °C, pentru răcirea laptelui se folosește acumulatorul cu frig fără utilizarea instalației frigorifice (compresorul 1).

Aceste temperaturi sunt fixate de traductoarele (8), (9) și (10).

Parametrii de control sunt:

- temperatura apei în acumulatorul de frig;
- temperatura aerului atmosferic;
- temperatura laptelui răcit.

Pentru temperaturile aerului atmosferic mai joase de 2°C nu este necesar de utilizat pulverizatorul. Acesta se folosește doar la temperaturi cuprinse între 2 și 4°C. Trecerea apei prin blocul de pulverizare (11) permite prelungirea duratei de utilizare a instalației frigorifice cu frig natural de la 16 până la 59 de zile pe an (tabelul 1).

Tabelul 1. Numărul de zile cu $t \leq 2^{\circ}\text{C}$ și cu $t \leq 4^{\circ}\text{C}$ și diferența lor pe perioada 2015-2019

Anul	Numărul de zile		
	$t \leq 2^{\circ}\text{C}$	$t \leq 4^{\circ}\text{C}$	Diferența
2015	29I+22F+23M+7A+5O+10N+25D	31I+28F+31M+17A+17O+20N+30D	2I+6F+8M+10A+12O+10N+5D
Total	121	174	53
2016	31I+23F+17M+1A+20O+24N+28D	31I+26F+28M+7A+23O+28N+29D	3F+11M+6A+3O+4N+1D
Total	144	172	28
2017	31I+25F+12M+5A+2O+12N+26D	31I+28F+29M+20A+11O+24N+29D	3F+17M+15A+9O+12N+3D
Total	113	172	59
2018	27I+27F+23M+1A+0O+19N+31D	31I+28F+24M+3A+6O+21N+31D	4I+1F+1M+2A+6O+2N+
Total	128	144	16
2019	31I+24F+15M+4A+2O+12N+24D	31I+28F+24M+10A+5O+15N+29D	4F+9M+6A+3O+3N+5D
Total	112	142	30

Notă: I-Ianuarie; F-Februarie; M-Martie; A-Aprilie;

O-Octombrie; N-Noiembrie; D-Decembrie

Având în vedere temperaturile înregistrate în zona centrală a Republicii Moldova, instalația cu frig natural ar putea fi utilizată pentru răcirea laptelui chiar și în lunile octombrie și aprilie (Fig. 5), durata de răcire a apei constituind câteva ore (de la 4 până la 13 ore pentru $t \leq 4^{\circ}\text{C}$).

Experimental s-a stabilit că valorile *de facto* ale temperaturii aerului atmosferic (înregistrate la complexul didactico-experimental al UASM) sunt cu 1-2 °C mai mici decât cele înregistrate la Centrul meteorologic al mun. Chișinău (Fig. 5).

În continuare sunt prezentate grafurile automate și algoritmi de funcționare a instalației frigorifice cu utilizarea frigului natural și artificial (Fig. 6 și 7).

Algoritmul de funcționare a instalației frigorifice elaborat în baza grafului automat prezentat în figura 6 poate fi redat astfel:

$$Y_1 = (x_8 \cdot x_9 + H_1) \cdot \bar{h} \cdot \bar{P}a_1 \cdot \bar{P}a_2 \cdot M_1$$

Algoritmul de funcționare a pompei de apă M_6 elaborat în baza grafului automat din figura 7 are forma:

$$Y_6 = (Ym_{13} + H_6) \cdot \bar{h}_6 \cdot \bar{P}a_1 \cdot \bar{P}a_2 \cdot M_6$$

În baza algoritmilor de funcționare a pompei de apă (6) și a instalației frigorifice (compresorul (1)) se poate elabora schema electrică principală de dirijare a acumulatorului cu frig natural și artificial.

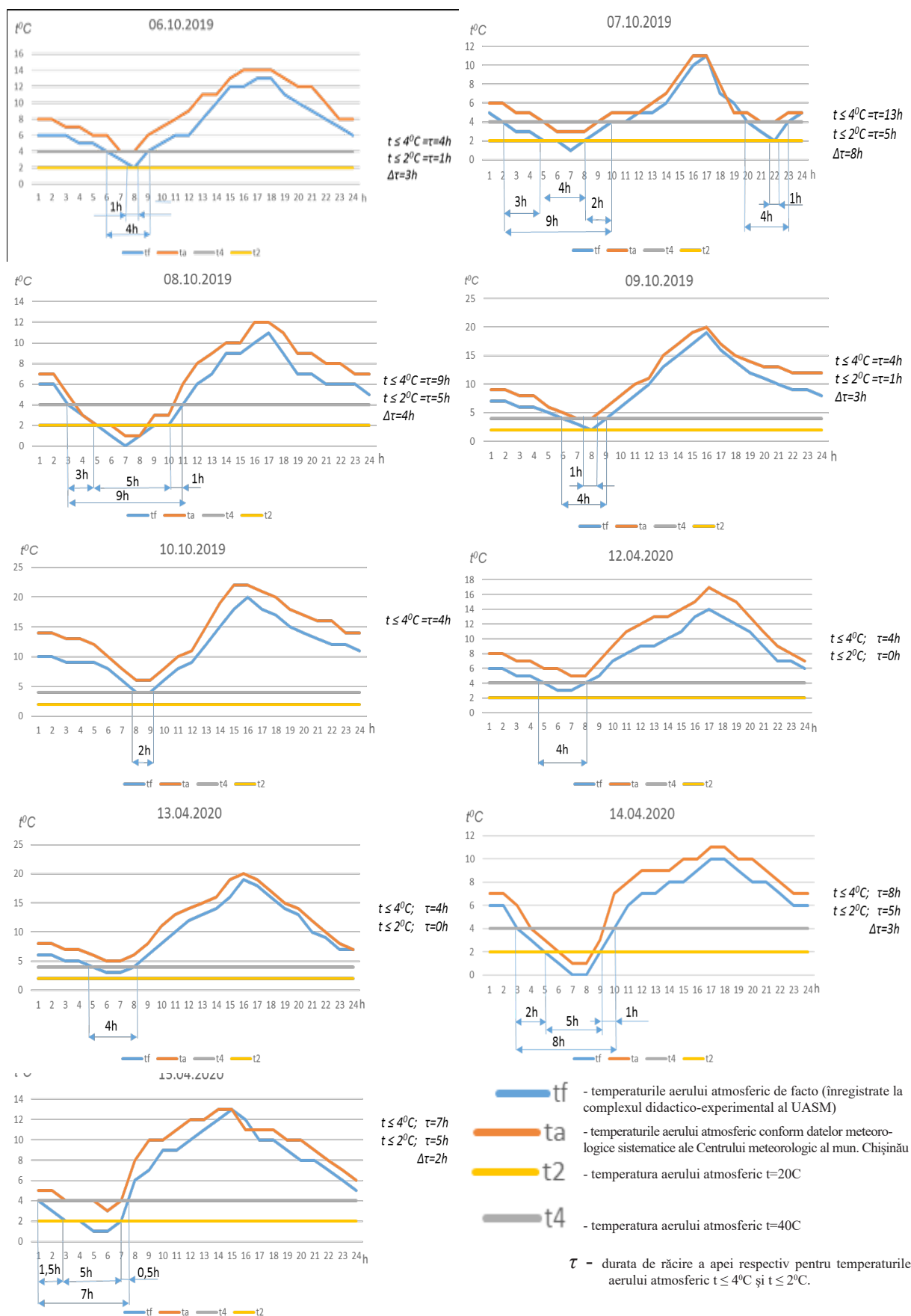
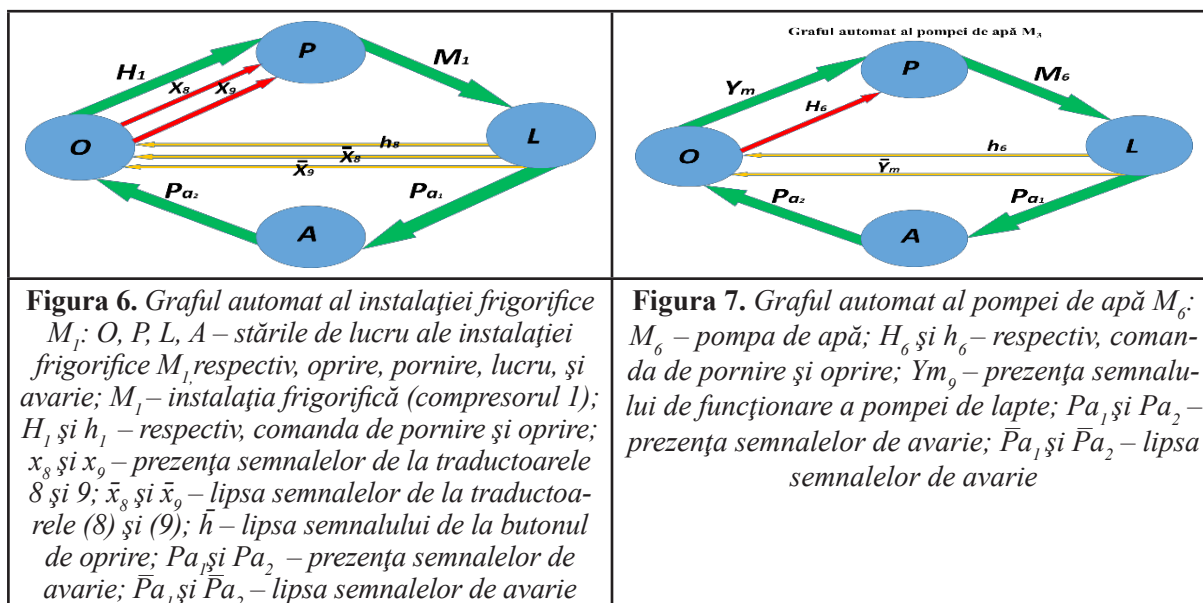


Figura 5. Temperaturile aerului atmosferic pe durata a 24h (pe exemplul lunilor octombrie 2019 și aprilie 2020)



Argumentarea algoritmilor de funcționare în procesul de răcire a laptelui a făcut posibilă fundamentarea parametrilor sistemului de răcire și stabilirea unei legături între principalii parametri ai echipamentelor tehnice de prelucrare a laptelui și temperatura aerului atmosferic. Aplicarea acestor cunoștințe favorizează minimizarea costurilor de energie și utilizarea optimă a capacității de stocare a acumulatorilor cu frig natural și artificial.

CONCLUZII

Instalația automatizată cu frig natural și artificial a fost elaborată și implementată la complexul didactico-experimental al Universității Agrare de Stat din Moldova (UASM), cu selectarea parametrilor de control la răcirea laptelui și a apei în acumulator.

Au fost elaborate schema funcțional-structurală, grafurile automate și algoritmii de funcționare a receptorului-acumulator cu frig natural și artificial pentru răcirea laptelui cu consum redus de energie electrică.

Avantajele utilizării acumulatorilor cu frig împreună cu instalațiile frigorifice sunt: reducerea consumului de energie electrică; asigurarea unei fiabilități înalte a sistemelor de răcire, datorită rezervei de frig acumulate în instalația cu frig natural; întreținerea și reparația mai ușoare; posibilitatea folosirii tarifului nocturn pentru energia electrică, cu 40% mai ieftin; îmbunătățirea situației ecologice prin reducerea volumului de freon și de uleiuri freonice, deoarece în perioada rece a anului instalația cu frig natural nu necesită utilizarea freonului în calitate de agent frigorific.

S-a stabilit că:

- consumul specific de energie electrică pentru răcirea laptelui la utilizarea instalației propuse constituie 0,3 kW h/t în perioada rece a anului, față de 30-35 kW h/t la utilizarea instalațiilor frigorifice tipice;
- utilizarea acumulatorului cu apă și în perioada caldă a anului (pentru $t > 4^\circ\text{C}$) pentru răcirea apei de la instalația frigorifică permite reducerea puterii electrice a instalației frigorifice de circa 1,6-1,7 ori;
- răcirea apei în acumulator în afara orelor de vârf ale consumului de energie electrică, conform Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică a Republicii Moldova (ANRE), permite reducerea plății pentru consumul de energie electrică cu 40 %;
- pulverizarea apei în instalația cu frig natural permite prelungirea duratei de utilizare de la 16 până la 59 de zile pe an pentru Centrul Republicii Moldova.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. DAICU, A., SLIPENCHI, V., VOLCONOVICI, O., CHIRSANOVA, A., VOLCONOVICI, I., CUȘNIR, N. (2019). Contribuții la elaborarea mijloacelor tehnice de automatizare a proceselor de conservare a alimentelor cu utilizarea frigului natural. In: Știința Agricolă, nr. 2, pp. 95-102. ISSN 1857-0003.
2. VOLCONOVICI, Liviu, CREȚU, Victor, VOLCONOVICI, A., ZVONKII, Vitalie, CUȘNIR, M. (2011a). Mathematical model of the ecological system with electricity consumption for milk cooling in the Republic of

- Moldova. In: Proceedings of the 8-th International Conference on electromechanical and power system (SIELMEN), Chișinău, 14 octombrie 2011.
3. VOLCONOVICI, Liviu, CREȚU, Victor, VOLCONOVICI, A., ZVONKII, Vitalie, CUȘNIR, M. (2011b). Experimental researches of the ecological system for cooling of milk with low energy consumption. In: Proceedings of the 8-th International Conference on electromechanical and power system (SIELMEN), Chișinău, 14 octombrie 2011.
 4. VOLCONOVICI, A. (2009). Utilizarea tehnicii pentru conservarea alimentelor utilizând frigul natural. Chișinău : Editura Tehnica Info. 186 p. ISBN: 978-9975-63-278-2.
 5. ВОЛКОНОВИЧ, Л., СЫРГИ, К. (2002). Энергосберегающие, экологические системы естественного холода для хранения пищевых продуктов. Кишинев. 334 с. ISBN 9975-62-078-7.
 6. КУШНИР, М. (2015). Выбор и обоснование оптимальных параметров и режимов работы, автоматизированных энергосберегающих технологических систем охлаждения молока. In: Lucrări științifice, UASM, vol. 45: Inginerie agrară și transport auto, p. 437. ISBN 978-9975-64-276-7.
 7. ЛАВРОВ, В. А. (2006). Электротехническая система охлаждения молока на фермах с использованием природного холода: Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Москва.
 8. ЛЕСЮК, Е. А. (1999). Исследование процессов в аккумуляторах холода с теплопроводящей насадкой и разработка расчетных методов их оптимизации : Дис. ... канд. техн. наук : 01.04.09 Москва.
 9. МУСИН, А., МАРЬЯХИН, Ф., УЧЕВАТКИН, А. (2006). Структура системы электрооборудования технологических линий обработки молока. В: НТБ ВИ-ЭСХ, вып. 2(54), с. 3-11.
 10. УЧЕВАТКИН, А. (2008). Минимизация и оптимизация алгоритмов управления холодильных установок технологических линий для обработки молока. В: Проблемы электрификации, автоматизации и теплоснабжения с.-х. производства: тез. докл. Всесюзн. научн. конф., 25-27 ноября 2008, с. 109-110.
 11. ШИЛИН, В.А., ГЕРАСИМОВА, О.А., ЛОБАЧЕВ, А.В. (2012). Охлаждение молока на фермерских хозяйствах с применением естественного холода. В: Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Санкт-Петербург, с. 303-305.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

- DAICU Anatolie***  <https://orcid.org/0000-0002-9968-8444>
doctorand, Școala doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
E-mail: anatoldaicu@gmail.com
- SCRIPNIC Elena**  <https://orcid.org/0000-0002-6813-6102>
doctor în științe agricole, conferențiar universitar, Facultatea Agronomie, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
E-mail: e.scripnic@uasm.md
- VOLCONOVICI Augustin**  <https://orcid.org/0000-0002-0346-5423>
doctorand, Școala doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
E-mail: augustin.volk@gmail.com
- CHIRSANOVA Ala**  <https://orcid.org/0000-0001-6541-5678>
doctor în științe, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
E-mail: avki@mail.ru
- VOLCONOVICI Onorin**  <https://orcid.org/0000-0003-1623-2028>
doctorand, Școala doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
E-mail: onorin.volconovici@gmail.com
- SLIPENCHI Victorin**  <https://orcid.org/0000-0003-2253-5324>
doctorand, Școala doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
E-mail: slipenchivictorin@mail.ru
- VOLCONOVICI Ina**  <https://orcid.org/0000-0002-4907-7944>
doctorand, Școala doctorală a Parteneriatului instituțiilor din învățământ și cercetare din agricultură, Universitatea Agrară de Stat din Moldova
E-mail: globa.ina95@gmail.com

*Corresponding author: anatoldaicu@gmail.com

Data prezentării articolului: 30.03.2020

Data acceptării articolului: 05.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3945202

CZU: 621.763

PERFEȚIONAREA METODELOR DE CALCUL AL AJUSTAJELOR ÎMBINĂRILOR CU STRÂNGERE, ALCĂTUITE DIN PIESE RECONDIȚIONATE, DIN COMPONENTA MAȘINILOR AGRICOLE

Grigore MARIAN, Dumitru ȘEREMET

Abstract. The purpose of this study is to improve the methods used to calculate the accuracy of interference fits made of reconditioned parts by means of different wear compensation materials. The given purpose has been achieved by application of Green's functions in order to calculate the minimum permitted interference, highlighting all the possible influencing factors that may occur during the functioning of agricultural machinery. Based on the results presented in this paper, there has been developed an algorithm to determine tolerance fields for interference fits by calculating the minimum clearance depending on the mechanical stress, centrifugal forces and the thermal action, having considered deformations caused by the destruction of microrelief and the number of repeated mountings.

Key words: Interference fit; Tolerance classes; Green's functions; Agricultural machinery; Maintenance; Dimensional accuracy.

Rezumat. Scopul acestui studiu este perfecționarea metodelor de calcul al preciziei ajustajelor cu strângere alcătuite din piese recondiționate cu diferite materiale compensatoare de uzură. Scopul propus s-a realizat prin folosirea funcțiilor Green pentru calculul strângerii minime admisibile cu evidențierea tuturor factorilor de influență posibili să apară în timpul exploatării utilajelor agricole. În baza rezultatelor prezentate în această lucrare, a fost alcătuit un algoritm pentru determinarea câmpurilor de toleranță pentru ajustajele cu strângere prin calculul jocului minim în funcție de solicitările mecanice, de forțele centrifugale și de acțiunile termice cu considerarea deformațiilor cauzate de distrugerea microreliefului și de numărul de montări repetate.

Cuvinte-cheie: Ajustaj cu strângere; Clasă de toleranță; Funcții Green; Mașini agricole; Mentenanță; Precizie dimensională.

INTRODUCERE

Sectorul agroindustrial din Republica Moldova se află în permanentă modernizare, procesul fiind însoțit de dotarea cu un număr foarte mare de diferite utilaje agricole. Exploatarea acestor utilaje se face în condiții destul de dificile, specifice sectorului agrar, motiv pentru care atât beneficiarii de tehnică agricolă, cât și managerii companiilor specializate pe acordarea serviciilor tehnice sunt din ce în ce mai preocupați de problemele ce țin de calitatea lucrărilor de mentenanță pe întreg ciclul de viață al utilajului respectiv (Marian, T. 2019).

Performanțele mentenanței se cuantifică printr-un număr foarte mare de indicatori, dintre care un rol dominant îi revine calității pieselor de schimb și îmbinărilor din aceste piese. Pentru repararea utilajelor agricole se folosesc cinci categorii de piese de schimb: OE – Original Equipment; OEM – Original Equipment Manufacturer; AM – aftermarket; piese de schimb din dezmembrări; piese de schimb recondiționate.

Folosirea pieselor de schimb recondiționate prezintă un șir de avantaje în cazul renovării acestora prin metode avansate de compensare a uzurii și de asigurare a preciziei de proiectare și asamblare. Acest lucru se referă, în special, la îmbinările cu strângere proprie, care sunt supuse la diverse solicitări pe parcursul exploatării.

Proprietățile fizice și mecanice ale pieselor de mașini renovate și ale îmbinărilor din aceste piese au constituit subiectul mai multor lucrări de specialitate (Петров, Ю. 1972; Пантелеенко, Ф. et al. 2003; Лялякин, В. 2004; Marian, G. 2005; Marian, G., Malai, L. 2012; Khodabakhshian, R. 2013; Захаров, Ю. et al. 2015), în care se prezintă avantajele și deficiențele diferitor metode de recondiționare a pieselor de mașini, cu prezentarea proprietăților straturilor superficiale și estimarea durabilității pentru condiții variate de exploatare.

Referitor la argumentarea preciziei de proiectare a pieselor și îmbinărilor renovate, actualmente există recomandări și norme tehnice stabilite privind alegerea și calcularea ajustajelor, bazate pe experiența anterioară și pe rezultatele cercetărilor științifice și ale calculelor de laborator.

Conform acestor recomandări și norme, clasele de toleranță și ajustajele îmbinărilor se determină în concordanță cu caracteristicile de destinație, fiabilitate, tehnologicitate, standardizare și unificare. În același timp, clasele de toleranță și ajustajele selectate trebuie să asigure posibilitatea de realizare a elementelor respective în condiții tehnico-economice accesibile pe durata exploatării și mentenanței.

O problemă importantă în stabilirea claselor de toleranță și a câmpului ajustajelor este legată de caracterul instabil al valorilor inițiale, dependent de variația în timp a dimensiunilor efective, ceea ce impune un șir de condiționări în faza de stabilire a claselor de toleranță, iar acest aspect nu este tratat suficient în literatura de specialitate disponibilă.

Cele menționate argumentează actualitatea efectuării unor studii mai profunde referitoare la stabilirea câmpurilor de toleranță ale pieselor și ajustajelor cu strângere în funcție de cât mai mulți factori de influență ce pot să apară pe parcursul montării și exploatării utilajelor reparate.

Există mai multe cercetări, atât pe plan național (Marian, G., 2005; Marian, G., Sirghi, V. 2000; Malai, L. 2013), cât și în străinătate (Гречищев, Е., Ильяшенко, А. 1981; Мягков, В. et al. 1982; Zhu, Z., Qiao, I. 2016; Аристов, А. et al. 2017), consacrate rezolvării problemelor ce țin de stabilirea ajustajelor cu strângere prin calcul. Practic, toate metodele existente se bazează în special pe problema *Lame* pentru un tub cu pereții groși solicitat de presiuni exterioare și interioare care nu depind de unghiul polar. Aceste metode, deși au o aplicație largă în ingineria mecanică, nu țin cont de un șir de factori care survin în timpul exploatării utilajelor agricole: deplasările din interiorul elementelor tribosistemului, temperatura și fluxurile de căldură, coeficientul de conductibilitate termică, coeficientul de convecție termică al materialelor elementelor cuplei tribologice, sursele de căldură, modificările din interiorul pereților cilindrului care caracterizează constantele de elasticitate, viteza de rotire a cilindrului care provoacă forțe centrifugale etc.

Scopul acestei lucrări este îmbunătățirea calității mentenanței utilajelor agricole prin perfecționarea metodelor de calcul al ajustajelor îmbinărilor cu strângere alcătuite din piese recondiționate cu diferite materiale.

Scopul propus s-a realizat prin elaborarea unui algoritm de calcul al strângerii minime admisibile bazat pe folosirea facilităților funcțiilor Green.

Importanța și actualitatea acestui studiu sunt argumentate de posibilitatea măririi preciziei de proiectare a îmbinărilor din piese recondiționate cu luarea în considerare a tuturor factorilor care pot să apară în timpul montării și exploatării îmbinărilor respective.

MATERIALE ȘI METODE

Metodele de cercetare au fost alese pe baza unei abordări sistematice a posibilităților de utilizare a funcțiilor Green pentru rezolvarea principalelor sarcini determinate de scopul lucrării.

La realizarea cercetărilor teoretice de bază au fost aplicate metode de analiză sistemică și matematică, elemente ale teoriei exactității, teoriei fiabilității, teoriei interschimbabilității. Rezolvarea problemelor necesare pentru calculul ajustajelor cu strângere s-a efectuat în corelare cu problemele tensiunilor de contact, iar pentru estimarea efectului temperaturii în zona de contact și în interiorul pieselor componente ale îmbinărilor cu strângere au fost construite relații matematice necesare pentru determinarea câmpului de temperatură.

La stabilirea clasei de toleranță pentru piesele îmbinării a fost folosită metoda prezentată în lucrare pentru determinarea strângerii minime admisibile în funcție de solicitările mecanice, de cele cauzate de forțele centrifugale și de acțiunile termice. Verificarea corectitudinii alegerii clasei de toleranță a fost efectuată prin metoda clasică folosită în proiectarea ajustajelor cu strângere reieșind din teoria tensiunilor tangențiale maxime.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Alegerea ajustajului cu strângere proprie, deci și rezistența la patinare, se face în funcție de un număr mare de factori, printre care mai importanți sunt: parametrii geometrici ai pieselor montate și ai îmbinării; caracteristicile fizice și mecanice ale materialelor pieselor asamblate (modulul de elasticitate, limita de curgere, coeficientul Poisson, relaxarea tensiunilor, coeficientul de dilatare termică a materialelor pieselor conjugate, coeficientul de frecare a suprafețelor de contact); condițiile de încărcare (valoarea sarcinilor la care este supusă îmbinarea, viteza de rotație, masa pieselor care se rotesc); tehnologia montării (condițiile de presare, forța de presare, viteza de presare, forma teșiturilor etc.); condițiile de exploatare (mărimile și caracterul solicitărilor, temperatura de exploatare, mediul de exploatare, numărul de montări și demontări etc.) (Аристов, А. et al. 2017; Zhu, Z., Qiao, I. 2016).

În literatura de specialitate, îmbinărilor cu strângere le sunt dedicate mai multe studii, însă acestea, de regulă, se referă la îmbinările obținute din piese noi, specificul îmbinărilor din piese renovate fiind destul de modest prezentat.

În prezent, calculul și alegerea ajustajelor îmbinărilor cu strângere se efectuează prin metode clasice, folosind o mulțime de date din îndrumare de specialitate. Metodele existente presupun determinarea valorii strângerii în funcție de solicitările la care este supusă îmbinarea. Condiția principală este ca presiunea specifică p dintre suprafețele de contact să fie mai mare decât forțele exterioare la care este expusă îmbinarea (forța axială P_{ax} și momentul de torsiune M_t).

În figura 1 se prezintă schema unei asamblări cu strângere proprie cu reprezentarea grafică a epurei câmpului de toleranță.

Metoda clasică de calcul al ajustajului îmbinărilor cu strângere proprie pornește de la faptul că, în rezultatul presării, are loc deformarea simultană a bucșei (N_{Db}) și a arborelui (N_{da}). Astfel, deformarea totală a pieselor îmbinării după asamblare este:

$$N = N_{Db} + N_{da}. \quad (1)$$

Menționăm că, după asamblare, această diferență devine egală cu zero.

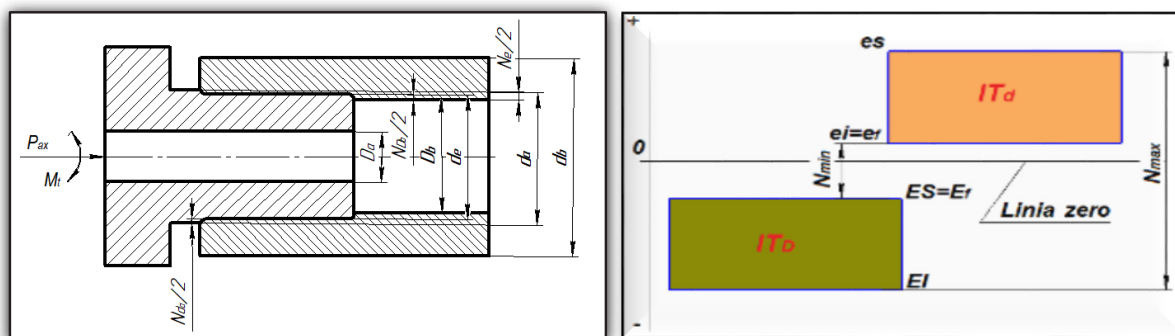


Figura 1. Schema de calcul a strângerilor dintre un arbore tubular și o bucșă: D_a – diametrul găurii din arborele tubular; d_a – diametrul exterior al arborelui tubular; D_b – diametrul interior al bucșei; d_b – diametrul exterior al bucșei; d_e – diametrul efectiv al îmbinării (diametrul obținut în îmbinare după asamblare); N_e – valoarea efectivă a strângerii; N_{Db} – deformarea bucșei după asamblare; N_{da} – deformarea arborelui după asamblare; N_{max} – strângerea maximă; N_{min} – strângerea minimă; ES, EI, es, ei Abaterile superioare și inferioare, respectiv pentru alezaj și pentru arbore.

Determinarea strângerii pentru îmbinările supuse diferitor tipuri de solicitări este condiționată de acțiunea forțelor care apar în zona de contact a pieselor conjugate și de factorii posibili să apară pe parcursul exploatării (sursele interioare de căldură s_1, s_2 și temperaturile T_1, T_2 prezente pe suprafețele interioară și exterioară ale îmbinării; forțele centrifugale cvasistatice din piesele singulare și îmbinate). Astfel, problema de limită pentru îmbinările din piese recondiționate cu materiale de natură diferită se reduce la rezolvarea a două ecuații diferențiale – una pentru arbore și a doua pentru alezaj.

În cele ce urmează se prezintă formularea ecuației pentru arbore:

$$\frac{d^2 U_{r1}(r)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dU_{r1}(r)}{dr} - \frac{U_{r1}(r)}{r^2} = f_1(r) \quad (2)$$

în care U_{r1} reprezintă deplasările radiale din arbore, iar $f_1(r)$ este funcția de:

– derivata temperaturii pe raza arborelui circular ($r_1 \leq r \leq r_2$; $0 \leq \varphi \leq 2\pi$):

$$\frac{dT_1(r)}{dr} = -\frac{s_1}{2\alpha_1} r + \frac{c_2}{r}; \quad (3)$$

– q_1 constanta dependentă de coeficientul Poisson ν_1 și coeficientul dilatării termice liniare α_1 , determinată cu relația:

$$q_1 = (1 + \nu_1) \alpha_1; \quad (4)$$

– b_1 este o constantă ce se determină cu relația:

$$b_1 = \left[(1 - \nu_1^2) / E_1 \right] \cdot \gamma_1 \omega^2 g^{-1}, \quad (5)$$

în care E_1 și γ_1 reprezintă modulul de elasticitate și greutatea specifică a materialului arborelui, ω – viteza unghiulară de rotire, g – accelerația căderii libere.

Astfel, expresia generală pentru funcția $f(r)$ este:

$$f_1(r) = q_1 \frac{dT_1(r)}{dr} - b_1 r, \quad (6)$$

iar cea finală din ecuația (2) are următoarea formă:

$$f_1(r) = - \left(\frac{q_1 s_1}{2a_1} + b_1 \right) r + \frac{q_1 c_2}{r}. \quad (7)$$

Ecuația diferențială pentru alezajul ($r_2 \leq r \leq r_3$; $0 \leq \varphi \leq 2\pi$) se formulează, în mod analogic, după modelul celei pentru arbore. Sensul fizic al acestei ecuații reprezintă echilibrul îmbinării exprimate prin deplasări și are următoarea formă:

$$\frac{d^2 U_{r2}(r)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dU_{r2}(r)}{dr} - \frac{U_{r2}(r)}{r^2} = - \left(\frac{q_2 s_2}{2a_2} + b_2 \right) r + \frac{q_2 f_2}{r} \quad (8).$$

În continuare prezentăm soluțiile generale pentru ecuațiile diferențiale ale deplasărilor din arbore (2),

(7) și alezaj (8), care sunt compuse din soluțiile generale $m_1 r + \frac{m_2}{r}$ și $k_1 r + \frac{k_2}{r}$ ale ecuațiilor omogene (2 și 8) și soluțiile particulare $\bar{U}_{T1}(r) + \bar{U}_{\omega1}(r)$ și $\bar{U}_2(r) + \bar{U}_{\omega2}(r)$ determinate în rezultatul calculării integralei de la produsul funcțiilor Green pentru piesele conjugate și părțile drepte ($f_1(r)$, $f_2(r)$), care sunt cunoscute.

Drept rezultat, obținem următoarele ecuații:

$$U_{r1}(r) = m_1 r + \frac{m_2}{r} + \bar{U}_{T1}(r) + \bar{U}_{\omega1}(r); \quad \bar{U}_{T1}(r) = q_1 \left(c_2 r \ln r - \frac{s_1}{16a_1} r^3 \right); \quad \bar{U}_{\omega1}(r) = -\frac{b_1}{8} r^3; \quad (9)$$

$$U_{r2}(r) = k_1 r + \frac{k_2}{r} + \bar{U}_{T2}(r) + \bar{U}_{\omega2}(r); \quad \bar{U}_{T2}(r) = q_2 \left(f_2 r \ln r - \frac{s_2}{16a_2} r^3 \right); \quad \bar{U}_{\omega2}(r) = -\frac{b_2}{8} r^3; \quad (10)$$

în care m_1 , m_2 , k_1 , k_2 sunt constante arbitrare de integrare, a căror determinare necesită cunoașterea tensiunilor radiale în arbore $\sigma_{r1}(r)$ și în alezaj $\sigma_{r2}(r)$ folosind legea Duhamel–Newman:

$$\sigma_{r1}(r) = \frac{E_1}{1 - \nu_1^2} \left(\frac{dU_{r1}(r)}{dr} + \nu_1 \frac{U_{r1}(r)}{r} \right) - E_1 \alpha_1 T_1(r) - \text{pentru arbore};$$

$$\sigma_{r2}(r) = \frac{E_2}{1 - \nu_2^2} \left(\frac{dU_{r2}(r)}{dr} + \nu_2 \frac{U_{r2}(r)}{r} \right) - E_2 \alpha_2 T_2(r) - \text{pentru alezaj}. \quad (11).$$

Substituind deplasările determinate cu (9) și (10) în ecuațiile (11), obținem următoarele expresii pentru tensiunile radiale exprimate prin constantele de integrare:

$$\sigma_{r1}(r) = \frac{E_1 m_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_1 m_2}{(1 + \nu_1) r^2} + p_1(r); \quad p_1(r) = p_{1\omega}(r) + p_{1T}(r); \quad p_{1\omega}(r) = -\frac{b_1}{8} (3 + \nu_1) r^2;$$

$$p_{1T}(r) = \frac{E_1}{1 - \nu_1^2} q_1 \left[c_2 (1 + (1 + \nu_1) \ln r) - \frac{s_1}{16a_1} (3 + \nu_1) r^2 \right] - E_1 \alpha_1 T_1(r) \quad (12),$$

$$\sigma_{r2}(r) = \frac{E_2 k_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_2 k_2}{(1 + \nu_1)r^2} + p_2(r); \quad p_2(r) = p_{2\omega}(r) + p_{2T}(r); \quad p_{2\omega}(r) = -\frac{b_2}{8}(3 + \nu_2)r^2; \quad (13)$$

$$p_{2T}(r) = \frac{E_2}{1 - \nu_2^2} q_2^I \left[f_2(1 + (1 + \nu_1)l - r) - \frac{s_2}{1 - a_2} (3 + \nu_2)r^2 \right] - E_2 \alpha_2 T_2(r),$$

unde $p_1(r)$ și $p_2(r)$ reprezintă presiunile radiale în arbore și în alezaj, compuse din presiunea cauzată de temperatură ($p_{1T}(r)$, $p_{2T}(r)$) și forțele centrifugale ($p_{1\omega}(r)$, $p_{2\omega}(r)$).

Pentru determinarea constantelor arbitrare de integrare m_1 , m_2 , k_1 , k_2 folosim următoarele condiții de limită:

$$\sigma_{r1}(r_1) = 0; \quad \sigma_{r1}(r_2) = p_{\min} \quad (14)$$

pentru arborele ($r_1 \leq r \leq r_2$; $0 \leq \varphi \leq 2\pi$) și

$$\sigma_{r2}(r_2) = -p_{\min}; \quad \sigma_{r2}(r_3) = 0 \quad (15)$$

pentru alezaj ($r_2 \leq r \leq r_3$; $0 \leq \varphi \leq 2\pi$).

Substituind (12) și (13) în condițiile de limită (14) și (15), obținem următoarele două sisteme alcătuite din câte două ecuații liniare în raport cu constantele m_1 , m_2 și k_1 , k_2 :

$$\begin{cases} \frac{E_1 m_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_1 m_2}{(1 + \nu_1)r_1^2} = -p_1(r_1) \\ \frac{E_1 m_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_1 m_2}{(1 + \nu_1)r_2^2} = p_{\min} - p_1(r_2) \end{cases} \quad \text{– pentru arbore} \quad (16),$$

$$\begin{cases} \frac{E_2 k_1}{1 - \nu_1} - \frac{E_2 k_2}{(1 + \nu_1)r_1^2} = -p_1(r_1) \\ \frac{E_2 k_1}{1 - \nu_2} - \frac{E_2 k_2}{(1 + \nu_2)r_3^2} = -p_2(r_3) \end{cases} \quad \text{– pentru alezaj} \quad (17).$$

Soluția sistemului (16) se scrie sub forma:

$$\begin{cases} m_1 = \frac{(1 - \nu_1)[(p_{\min} - p_1(r_2))r_2^2 + p_1(r_1)r_1^2]}{E_1(r_2^2 - r_1^2)} \\ m_2 = \frac{(1 + \nu_1)[p_{\min} - p_1(r_2) + p_1(r_1)]r_2^2 r_1^2}{E_1(r_2^2 - r_1^2)} \end{cases} \quad \text{– pentru arbore} \quad (18),$$

$$\begin{cases} k_1 = \frac{(1 - \nu_2)[(p_{\min} - p_2(r_2))r_2^2 - p_2(r_3)r_3^2]}{E_2(r_3^2 - r_2^2)} \\ k_2 = \frac{(1 + \nu_2)[p_{\min} + p_2(r_2) - p_2(r_3)]r_2^2 r_3^2}{E_2(r_3^2 - r_2^2)} \end{cases} \quad \text{– pentru alezaj} \quad (19).$$

Valoarea strângerii minime ($N_{\min}$) pentru cazul solicitărilor mecanice (forța axilă, momentul de torziune și acțiunea simultană a acestora) și termice (sursa de căldură, temperatura și fluxul de căldură din elementele componente și din zona de contact) poate fi determinată cu următoarea relație:

$$N_{\min} = N_{p_{\min}} + N_{\omega_{\min}} + N_{T_{\min}} = 2(U_{r1p}(r_2) + U_{r2p}(r_2)) + 2(U_{r1T}(r_2) + U_{r2T}(r_2)) + 2(U_{r1\omega}(r_2) + U_{r2\omega}(r_2)) \quad (20),$$

unde $N_{p_{\min}}$, $N_{\omega_{\min}}$, $N_{T_{\min}}$, sunt strângerile cauzate de solicitările mecanice și cele termice.

Componentele relației (20) se determină folosind constantele din (18) și (19) substituite în (9) și (10)

și grupând expresiile obținute pe lângă $p_{\min}$; $p_{1\omega}(r_1)$, $p_{1\omega}(r_2)$ și $p_{1T}(r_1)$, $p_{1T}(r_2)$; $p_{2\omega}(r_2)$, $p_{2\omega}(r_3)$ și $p_{21T}(r_2)$, $p_{2T}(r_3)$.

În acest mod, strângerea $N_{p_{\min}}$ se determină cu formulele:

$$N_{p_{\min}} = p_{\min} 2r_2 \left[\frac{1+e_1^2}{E_1(1-e_1^2)} - \frac{\nu_1}{E_1} + \frac{(1+e_2^2)}{E_2(1-e_2^2)} + \frac{\nu_2}{E_2} \right]; e_1 = \frac{r_1}{r_2}; e_2 = \frac{r_2}{r_3} \quad (21)$$

sau

$$N_{p_{\min}} = p_{\min} d_2 \left(\frac{h_1 - \nu_1}{E_1} + \frac{h_2 + \nu_2}{E_2} \right); d_2 = 2r_2; h_1 = \frac{1+e_1^2}{1-e_1^2}; h_2 = \frac{1+e_2^2}{1-e_2^2} \quad (22).$$

Formulele de calculare a presiunii $p_{\min} \equiv (p_{P_{ax}}, p_{M_t}, p_{P_{ax} M_t})$ depind de mărimea forței axiale P_{ax} , momentul de torsiune M_t și de acțiunea concomitentă a forței P_{ax} și a momentului M_t , care trebuie transmise de la arbore la bușă se scriu sub forma:

$$P_{\min} = \begin{cases} p_{P_{ax}} = \frac{P_{ax}}{\pi d_2 l f} \\ p_{M_t} = \frac{2M_t}{\pi d_2^2 l f} \\ p_{P_{ax} M_t} = \frac{\sqrt{P_{ax}^2 + (2M_t/d_2)^2}}{\pi d_2^2 f} \end{cases}, \quad (23)$$

unde f este coeficientul de frecare în zona de contact; l – lungimea zonei de contact.

Substituind (13) în (12), obținem următoarele formule finale pentru determinarea strângerilor minime, cauzate de forța axială P_{ax} , momentul de torsiune M_t și de acțiunea concomitentă a forței P_{ax} și a momentului M_t :

$$N_{p_{\min}} = \begin{cases} N_{P_{ax}} = \frac{P_{ax}}{\pi d_2 l f} d_2 \left(\frac{h_1 - \nu_1}{E_1} + \frac{h_2 + \nu_2}{E_2} \right) \\ N_{M_t} = \frac{2M_t}{\pi d_2^2 l f} d_2 \left(\frac{h_1 - \nu_1}{E_1} + \frac{h_2 + \nu_2}{E_2} \right) \\ N_{P_{ax} M_t} = \frac{\sqrt{P_{ax}^2 + (2M_t/d_2)^2}}{\pi d_2^2 f} d_2 \left(\frac{h_1 - \nu_1}{E_1} + \frac{h_2 + \nu_2}{E_2} \right) \end{cases}, \quad (24)$$

în care d_2 este diametrul nominal al îmbinării.

Pentru determinarea componentelor $N_{\omega \min}$ și $N_{T \min}$ din (20), folosim metodologia din cazul precedent. Astfel, obținem următoarele relații de calcul:

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} N_{\omega \min} \\ N_{T \min} \end{Bmatrix} &= d_2 \left[- \begin{Bmatrix} p_{1\omega}(r_2) \\ p_{1T}(r_2) \end{Bmatrix} \left(\frac{h_1 - \nu_1}{E_1} \right) + 2 \frac{e_1^2}{E_1 n_1} \begin{Bmatrix} p_{1\omega}(r_1) \\ p_{1T}(r_1) \end{Bmatrix} \right] - \\ &d_2 \left[\begin{Bmatrix} p_{2\omega}(r_2) \\ p_{2T}(r_2) \end{Bmatrix} \left(\frac{1 + \nu_2 h_2}{E_2} + \frac{2}{E_2 n_2} \begin{Bmatrix} p_{2\omega}(r_3) \\ p_{2T}(r_3) \end{Bmatrix} \right) \right] + d_2 \begin{Bmatrix} \bar{S}_{\omega} \\ \bar{S}_T \end{Bmatrix} \end{aligned} \quad (25)$$

în care

$$\bar{S}_\omega = \frac{r_2^2}{8}(b_2 - b_1); \bar{S}_T = (q_1 c_2 - q_2 f_2)l - \frac{r_2^2}{1} \left(\frac{q_1 s_1}{6a_1} + \frac{q_2 s_2}{a_2} \right);$$

$$b_1 = \left[(1 - \nu_1^2) / E_1 \right] \cdot \gamma_1 \omega^2 g^{-1}; b_2 = \left[(1 - \nu_2^2) / E_2 \right] \cdot \gamma_2 \omega^2 g^{-1};$$

$$q_1 = (1 + \nu_1) \alpha_1; q_2 = (1 + \nu_2) \alpha_2; n_1 = 1 - e_1^2; n_2 = 1 - e_2^2, \quad (26)$$

iar mărimile $p_{1\omega}(r_2), p_{1\omega}(r_1), p_{2\omega}(r_2), p_{2\omega}(r_3), p_{1T}(r_2), p_{1T}(r_1), p_{2T}(r_2), p_{2T}(r_3)$ se calculează după formulele:

$$p_{1\omega}(r_2) = -\frac{E_1 b_1}{8(1 - \nu_1^2)}(3 + \nu_1)r_2^2; p_{1\omega}(r_1) = -\frac{E_1 b_1}{8(1 - \nu_1^2)}(3 + \nu_1)r_1^2$$

$$p_{2\omega}(r_2) = -\frac{E_2 b_2}{8(1 - \nu_2^2)}(3 + \nu_2)r_2^2; p_{2\omega}(r_3) = -\frac{E_2 b_2}{8(1 - \nu_2^2)}(3 + \nu_2)r_3^2; \quad (27)$$

$$p_{1T}(r_1) = \frac{E_1}{1 - \nu_1^2} q_1 \left[c_2 (1 + (1 + \nu_1) \ln r_1) - \frac{s_1}{16a_1} (3 + \nu_1) r_1^2 \right] - E_1 \alpha_1 T_1; \quad (28)$$

$$p_{1T}(r_2) = \frac{E_1}{1 - \nu_1^2} q_1 \left[c_2 (1 + (1 + \nu_1) \ln r_2) - \frac{s_1}{16a_1} (3 + \nu_1) r_2^2 \right] - E_1 \alpha_1 T_1(r_2)$$

$$T_1(r_2) = T_1 + \frac{s_1}{4a_1} (r_1^2 - r_2^2) + c_2 \ln \frac{r_2}{r_1}; \quad (29)$$

$$p_{2T}(r_2) = \frac{E_2}{1 - \nu_2^2} q_2 \left[f_2 (1 + (1 + \nu_2) \ln r_2) - \frac{s_2}{16a_2} (3 + \nu_2) r_2^2 \right] -$$

$$E_2 \alpha_2 T_2(r_2); T_2(r_2) = T_2 + f_2 \ln \frac{r_2}{r_3}, \quad (30)$$

$$p_{2T}(r_3) = \frac{E_2}{1 - \nu_2^2} q_2 \left[f_2 (1 + (1 + \nu_2) \ln r_3) - \frac{s_2}{16a_2} (3 + \nu_2) r_3^2 \right] - E_2 \alpha_2 T_2$$

$$(31)$$

În continuare prezentăm algoritmul pentru calculul ajustajelor cu strângere prin metoda perfecționată. Algoritmul se bazează pe rezolvarea următoarelor probleme publicate de către noi anterior: de limită de o singură dimensiune pentru determinarea câmpurilor de temperatură de deplasări și tensiuni termoelastice (Șeremet, D., Marian G. 2015a; Șeremet, D., Marian, G. 2015b; Șeremet, D. 2016a; Șeremet, D. 2016b; Șeremet, D., Marian, G. 2016); de limită de termoelasticitate atât de două dimensiuni pentru plăci dreptunghiulare (Șeremet, D. 2018; Șeremet, V., Șeremet, D. 2016), semifășii (Șeremet, V., Șeremet, D. 2017), de trei dimensiuni pentru semiparalelipiped (Șeremet, V., Șeremet, D. 2017) și pentru un paralelipiped termoelastic mărginit (Șeremet, V., Șeremet, D. 2019), deduse prin metoda reprezentărilor integrale armonice, care constă în obținerea funcțiilor principale termoelastice exprimate prin funcțiile Green pentru ecuația Poisson.

Menționăm că metoda elementelor incompresibile de influență a fost aplicată la calcularea îmbinărilor cu joc și publicată în lucrarea noastră anterioară (Șeremet, D. 2016b).

Avantajul principal al metodei elaborate constă în îmbinarea a două etape de rezolvare a problemelor termoelastice de limită într-o singură etapă. De asemenea, deplasările și tensiunile termoelastice se exprimă direct prin acțiunile termice date pe suprafață și în interiorul corpului termoelastic.

Algoritmul se prezintă pentru cazul unei îmbinări cilindrice cu diametrul nominal (d_2), compusă dintr-un arbore gol cu diametrul interior (d_1) și o bucsă cu diametrul exterior (d_3), lungimea de contact – (l).

Îmbinarea poate fi supusă la solicitări exercitate de o forță axială (P_{ax}), de un moment de torsiune (M_t) sau de acțiunea simultană a acestora (P_{ax}, M_t).

Pe parcursul exploatarei pot apărea solicitări cauzate de acțiuni termice, cum ar fi fluxul de căldură

($\lambda \frac{dT(r)}{dr}$), sursele de căldură (S_1, S_2) și temperaturile (T_1, T_2); acțiuni centrifugale dependente de viteza unghiulară (ω).

Se mai cunosc: modulusurile de elasticitate (E_1 și E_2), coeficienții lui Poisson (ν_1, ν_2), coeficientul de frecare (f), coeficienții dilatării termice (α_1, α_2), coeficienții conductibilității termice (λ_1 și λ_2), coeficienții conductivității (a_1, a_2), accelerația căderii libere (g), greutatea specifice ale materialelor pieselor conjugate (γ_1, γ_2).

Pentru calcularea strângerii ($N_{\min}$) din îmbinare trebuie parcurși următorii pași ce țin de determinarea componentelor ($N_{p_{\min}}, N_{\omega_{\min}}, N_{T_{\min}}$) din relația (20):

Pasul 1. Determinăm strângerea minimă de la solicitările mecanice ($P_{Pax}, P_{M_i}, P_{P_a M}$) folosind relația (24).

Pentru efectuarea calculului conform relației (24), este necesar să se determine mărimile intermediare după cum urmează:

$$h_1 = \frac{1+e_1^2}{1-e_1^2}; h_2 = \frac{1+e_2^2}{1-e_2^2}; e_1 = \frac{d_1}{d_2}; e_2 = \frac{d_2}{d_3} \quad (32)$$

Pasul 2. Determinăm strângerea minimă de la solicitările cauzate de forțele centrifugale folosind relația (25) modificată pentru programare:

$$N_{\omega_{\min}} = -d_2 p_{1\omega}(r_2) B_1 + d_2 L_1 p_{1\omega}(r_1) - d_2 p_{2\omega}(r_2) B_2 - L_2 d_2 p_{2\omega}(r_3) + d_2 \bar{S}_{\omega}, \quad (33)$$

unde

$$B_1 = \frac{h_1 - \nu_1}{E_1}; B_2 = \frac{1 + \nu_2 h_2}{E_2}; L_1 = 2 \frac{e_1^2}{E_1 n_1}; L_2 = \frac{2}{E_2 n_2} \quad (34)$$

Pentru efectuarea calculului conform relațiilor (34) și (35), este necesar să se determine mărimile intermediare după cum urmează:

– din (27)

$$p_{1\omega}(r_2) = -\frac{E_1 b_1}{8(1-\nu_1^2)}(3+\nu_1)r_2^2; p_{1\omega}(r_1) = -\frac{E_1 b_1}{8(1-\nu_1^2)}(3+\nu_1)r_1^2$$

$$p_{2\omega}(r_2) = -\frac{E_2 b_2}{8(1-\nu_2^2)}(3+\nu_2)r_2^2; p_{2\omega}(r_3) = -\frac{E_2 b_2}{8(1-\nu_2^2)}(3+\nu_2)r_3^2; \quad (35)$$

– din (26)

$$n_1 = 1 - e_1^2; n_2 = 1 - e_2^2; \bar{S}_{\omega} = \frac{r_2^2}{8}(b_2 - b_1); b_1 = \frac{1-\nu_1^2}{E_1} \gamma_1 \frac{\omega^2}{g_1}; b_2 = \frac{1-\nu_2^2}{E_2} \gamma_2 \frac{\omega^2}{g_2} \quad (36)$$

Pasul 3. Determinăm strângerea minimă admisibilă necesară pentru a opune rezistență solicitărilor cauzate de acțiuni termice folosind relația (25) modificată pentru programare:

$$N_{T_{\min}} = -d_2 p_{1T}(r_2) B_1 + d_2 L_1 p_{1T}(r_1) - d_2 p_{2T}(r_2) B_2 - L_2 d_2 p_{2T}(r_3) + d_2 \bar{S}_T. \quad (37)$$

Pentru efectuarea calculului conform relației (37), este necesar să se determine mărimile intermediare după cum urmează:

- modificăm relația (25) în următoarea formă simplificată:

$$p_{1T}(r_1) = A_1(c_2 A_2 - A_3 r_1^2) - E_1 \alpha_1 T_1; A_1 = \frac{E_1}{1-\nu_1^2} q_1$$

$$A_2 = (1 + (1 + \nu_1) \ln r_1); A_3 = \frac{S_1}{16a_1} (3 + \nu_1); \quad (38)$$

- modificăm relația (29) în următoarea formă simplificată:

$$p_{1T}(r_2) = A_1(c_2 A_2' - A_3 r_2^2) - E_1 \alpha_1 T_1(r_2); \quad A_2' = (1 + (1 + \nu_1)h r_2);$$

$$T_1(r_2) = T_1 + \frac{s_1}{4a_1}(r_1^2 - r_2^2) + c_2 h \frac{r_2}{r_1};$$

- modificăm relația (30) în următoarea formă simplificată:

$$p_{2T}(r_2) = A_1' [f_2 A_4 - A_3' r_2^2] - E_2 \alpha_2 T_2(r_2); \quad T_2(r_2) = T_2 + f_2 \ln \frac{r_2}{r_3}$$

$$A_1' = \frac{E_2}{1 - \nu_2^2} q_2; \quad A_3' = \frac{s_2}{16a_2} (3 + \nu_2); \quad A_4 = (1 + (1 + \nu_2) \ln r_2)$$

- modificăm relația (31) în următoarea formă simplificată:

$$p_{2T}(r_3) = A_1' [f_2 A_4' - A_3' r_3^2] - E_2 \alpha_2 T_2; \quad A_4' = (1 + (1 + \nu_2)h r_3);$$

- folosind soluția sistemului de ecuații, prezentată în această lucrare, obținem următoarele relații:

$$\begin{cases} c_1 = \frac{s_1}{4a_1} r_1^2 + T_1 - c_2 \ln r_1; & f_1 = \frac{s_2}{4a_2} r_3^2 + T_2 - f_2 \ln r_3 \\ c_2 = \frac{N_1 \lambda_2 + N_2 \ln \frac{r_3}{r_2}}{A}; & f_2 = \frac{N_1 \lambda_1 - N_2 \ln \frac{r_2}{r_1}}{A} \end{cases}$$

în care

$$N_1 = \frac{s_1}{4a_1} (r_2^2 - r_1^2) + \frac{s_2}{4a_2} (r_3^2 - r_2^2) + T_2 - T_1; \quad N_2 = \frac{r_2^2}{2} \left(\frac{\lambda_1 s_1}{a_1} - \frac{\lambda_2 s_2}{a_2} \right)$$

$$A = h \left[(e_2)^{-\lambda_1} (e_1)^{-\lambda_2} \right]$$

Având relațiile pentru toți factorii de influență, determinăm strângerea minimă admisibilă folosind relațiile (20), (24) și (25):

$$N_{\min} = N_{p_{\min}} + N_{\omega_{\min}} + N_{T_{\min}}$$

Pasul 4. Având în vedere că, la montarea și demontarea pieselor, caracterul îmbinărilor cu strângere se modifică prin deformarea microreliefului inițial al suprafețelor de contact până la starea de echilibru (Иванов, А., Леонов, Д. 2013; Малицкий, И., Черныгина, Е. 2014), valoarea strângerii minime admisibile trebuie corectată obținând strângerea minimă efectivă (Marian, G. 2004). Astfel, relația pentru determinarea valorii strângerii minime admisibile corectate obține forma:

$$N_{\min.e.} = N_{\min.} + N_r + N_m,$$

în care N_r este corecția ce ține seama de modificarea microneregularităților suprafețelor de contact în urma operației de presare; N_m – corecția pentru cazul montării repetate.

Corecția N_r pentru ajustajele executate și exploatate în condiții normale poate fi calculată cu relația (Мягков, В. et al. 1982, p. 335):

$$N_r = 1,2(Rz_D + Rz_d) = 5,5(Ra_D + Ra_d).$$

în care Rz_D și Rz_d reprezintă înălțimea medie a neregularităților în zece puncte ale profilului, respectiv, ale alezajului și arborelui; Ra_D și Ra_d – abaterea medie aritmetică a profilului.

Corecția N_m se determină experimental pentru fiecare caz aparte. Corecția N_r de asemenea poate fi determinată experimental, în caz de necesitate.

Pasul 5. Stabilirea clasei de toleranță specifice pornind de la strângerea minimă admisibilă corectată. Pentru aceasta se folosesc recomandările SM SR ISO 286-1.2013. Se recomandă folosirea claselor de toleranță preferențiale.

Pentru sistemul alezaj unitar se recomandă următoarele clase de toleranță: n5, p5, p6, r6, s6, t6, u6, x6, s6, u7, iar pentru sistemul arbore unitar: N6, P6, P7, R7, S7, T7, U7, X7. Clasele de toleranță marcate bold se recomandă să fie folosite în primul rând. În caz de necesitate, pot fi folosite și alte clase de toleranță standard.

La stabilirea clasei de toleranță pentru alezaj și pentru arbore este necesar să se țină cont de următoarea condiție:

$$N_{min.ISO} \geq N_s. \quad (47)$$

Pasul 6. Se stabilește sistemul unitar al ajustajului și câmpul ajustajului în funcție de rolul îmbinării și de posibilitățile tehnologice de realizare ale acestuia.

În continuare se calculează strângerea maximă tabelară (standardizată) cu relația:

$$N_{max.ISO} = T_n - N_{min.ISO}. \quad (48)$$

Pasul 7. Se verifică dacă strângerea maximă tabelară nu depășește strângerea permisă de presiunea de contact admisibilă în îmbinare. Se determină presiunea specifică maximă admisibilă folosind a treia teorie de rezistență (teoria tensiunilor tangențiale maxime).

În acest scop, considerăm că piesa cuprinzătoare atinge starea limită într-un punct al său atunci când tensiunea tangențială maximă atinge valoarea limită, indiferent de tipul solicitărilor. Ținând seama de acest lucru și luând în considerare ecuația (24), strângerea maximă admisibilă pentru îmbinările cilindrice poate fi determinată cu relația:

$$N_{max.ad.} = P_{max.ad.} \cdot d_n \cdot \left(\frac{h_1 - v_1}{E_1} + \frac{h_2 - v_2}{E_2} \right), \quad (49)$$

în care $P_{max.ad.}$ este presiunea maximă admisibilă, d_n – dimensiunea nominală a îmbinării, h_1 și h_2 mărimi intermediare determinate conform relației (32), v_1 și v_2 – coeficienții lui Poisson.

Valoarea pentru $P_{max.ad.}$ se determină pentru ambele piese ale îmbinării, acceptând-o pe cea mai mică. Astfel, reieșind din teoria tensiunilor tangențiale maxime, presiunile maxime admisibile pot fi determinate cu relațiile (Мягков, В. et al. 1982, p. 336):

$$P_{max.ad.} = 0,58 \cdot \sigma_{al} \left[1 - \left(\frac{d_n}{d_s} \right)^2 \right] - \text{pentru alezaj}; \quad (50)$$

$$P_{max.ad.} = 0,58 \cdot \sigma_{ar} \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_n} \right)^2 \right] - \text{pentru arbore}. \quad (51)$$

Dacă $N_{max.ISO} > N_{max.ad.}$, se vor alege alte câmpuri de toleranță pentru una dintre piese sau pentru ambele piese, astfel ca să fie îndeplinite condițiile:

$$N_{min.ISO} \geq N_s \text{ și } N_{max.ISO} \leq N_{max.ad.}$$

CONCLUZII

În baza analizei metodelor de calcul al ajustajelor cu strângere corelate cu problemele tensiunilor de contact, s-a constatat că metoda elementelor de influență și metoda reprezentărilor integrale armonice au o perspectivă substanțială de dezvoltare, întrucât reprezentările integrale generale, pe care acestea se bazează, pot fi deduse în 16 sisteme de coordonate curb-liniare, inclusiv în coordonate cilindrice, sferice etc., situație întâlnită frecvent în geometria pieselor și ajustajelor cuplurilor tribologice renovate cu materiale eterogene.

Analiza metodelor cunoscute de calcul al ajustajelor cu strângere a scos în evidență că, practic, toate metodele existente se bazează pe legea lui Lamme și, de regulă, sunt recomandate pentru îmbinările din piese noi.

Au fost construite relațiile necesare pentru determinarea câmpului de temperatură în zona de contact a cuplurilor tribologice din diferite materiale.

S-au obținut relații analitice, bazate pe funcțiile Green, pentru calculul strângerii minime în funcție de toți parametrii de influență posibili în timpul exploatării și asamblării.

S-a alcătuit algoritmul pentru stabilirea câmpurilor de toleranță ale ajustajelor cu strângere prin calculul jocului minim în funcție de solicitările mecanice, de cele cauzate de forțele centrifugale și de acțiunile termice, cu considerarea deformațiilor cauzate de distrugerea microreliefului și de numărul de montări repetate.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. KHODABAKHSHIAN, R. (2013). A review of maintenance management of tractors and agricultural machinery: preventive maintenance systems. In: Agricultural Engineering International: CIGR Journal, vol. 4(15), pp. 147-159.
2. MALAI, L. (2013). Sporirea fiabilității îmbinărilor de tip lagăr renovate cu materiale compozite polimerice: Teză de doct. în tehnică. Chișinău. 154 p.
3. MARIAN, G. (2005). Contribuții teoretico-experimentale la studiul fiabilității pieselor și îmbinărilor utilajului agricol recondiționate cu compozite pe bază de polimeri: Teză de doct. habilitat în tehnică. Chișinău. 252 p.

4. MARIAN, G., MALAI, L. (2012). Comportarea tribologică a îmbinărilor de tip lagăr renovate cu materiale compozite poliamidoepoxidice. In: Știința Agricolă, nr.1, pp. 56-59.
5. MARIAN, G., ȘIRGHI, V. (2000). Calculul toleranțelor tehnologice și de proiectare a îmbinărilor cu strângere alcătuite din piese recondiționate cu compoziții din mase plastice. In: Lucrări științifice, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, pp. 176-183.
6. MARIAN, T. (2019). Îmbunătățirea performanțelor mentenanței tehnicii agricole în întreprinderile de tip service. Studiu bibliografic de specialitate. In: Știința Agricolă, nr. 2, pp. 85-94.
7. MARIAN, G. (2004). Interschimbabilitate, standardizare și metrologie. Chișinău: Centrul Editorial UASM. 256 p.
8. ȘEREMET, D. (2016a). Determining thermoelastic strains and stresses created by the temperature field and constrictions exerted on the contours of the reconditioned cylindrical piece. In: Journal TJMM, vol. 1(8), pp. 89-97.
9. ȘEREMET, D. (2016b). Computing Contributions to Restore Agricultural Machinery (A Contact Problem of Bearings With Diametrical Game Reconditioned by Composite Polymers). In: Journal TJMM, vol. 2(8), pp. 175-181.
10. ȘEREMET, D. (2018). Determinarea tensiunilor termice a unei probleme particulare de limită pentru o placă termoelastică de formă dreptunghiulară. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 48: Cadastru și Drept, pp. 229-232. ISBN 978-9975-64-297-2.
11. ȘEREMET, D., MARIAN G. (2015a). Determinarea distribuției temperaturii în straturile compensatoare de uzură a pieselor recondiționate cu materiale compozite polimerice. In: Știința Agricolă, nr. 2, pp. 55-60.
12. ȘEREMET, D., MARIAN, G. (2015b). Aplicarea funcțiilor Green la calculul ajustajelor cu strângere renovate cu materiale compozite polimerice. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 45: Inginerie agrară și transport auto, pp. 321-326. ISBN 978-9975-64-276-7.
13. ȘEREMET, D., MARIAN, G. (2016). Aplicarea metodei funcției green la determinarea temperaturii, deplasărilor și tensiunilor termice în acoperirile cilindrice aplicate în straturi groase pe substraturi metalice (probleme de simetrie axială cu condiții mixte de limită). In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 46: Cadastru și Drept, pp. 221-225. ISBN 978-9975-64-284-2.
14. ȘEREMET, V., ȘEREMET, D. (2016). Steady-state Green's functions for thermal stresses within rectangular region under point heat source. In: Journal of Thermal Stresses, vol. 6(39), pp. 906-927.
15. ȘEREMET, V., ȘEREMET, D. (2017). Solution in integrals of a 3D BVP of thermoelasticity: Green's functions and integration formula for thermal stresses within a semi-bounded parallelepiped. In: Acta Mechanica, vol. 228, pp. 4471-4490.
16. ȘEREMET, V., ȘEREMET, D. (2017). Structural Formulas and Explicit Green's Functions for a Generalized BVP for Half-Strip under a Point-Heat Source. In: Engineering Mechanics, vol 9(143), pp. 1943-7889.
17. ȘEREMET, V., ȘEREMET, D. (2019). The Derivation of volume dilatation caused by a unit point heat source. In: Proceedings of 12 International Congress on Thermal Stresses, June, p. 74.
18. ZHU, Z., QIAO, I. (2016). Analysis and control of assembly precision in different assembly sequences. In: Procedia CIRP, vol. 27, pp. 117-123.
19. АРИСТОВ, А. et al. (2017). Расчет и выбор посадок с натягом. Москва: МАДИ. 28 с.
20. ГРЕЧИЩЕВ, Е., ИЛЬЯШЕНКО, А. (1981). Соединения с натягом. Москва: Машиностроение. 247 с.
21. ЗАХАРОВ, Ю., СПИЦЫН, И., РЫЛЯКИН, Е. (2015). Совершенствование технологии восстановления посадочных отверстий корпусных деталей мобильной техники гальваномеханическим цинкованием. Пенза: ПГУАС.
22. ИВАНОВ, А., ЛЕОНОВ, Д. (2013). Влияние шероховатости поверхности на усилие распрессовки прессовых соединений. В: Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, vol. 3(85), pp. 147-150.
23. ЛЯЛЯКИН, В. (2004). Восстановление и упрочнение деталей в агропромышленном комплексе России. В: Тяжелое машиностроение, vol. 2, pp. 28-32.
24. МАЛИЦКИЙ, И., ЧЕРНЯТИНА, Е. (2014). Влияние шероховатости и способов обработки на прочность сопряжения с натягом. В: Технология машиностроения, vol. 13, с.149-153.
25. МЯГКОВ, В., ПАЛИЙ, М., РОМАНОВ, А., БРАГИНСКИЙ, В. (1982). Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. - 6-е изд., перераб. и дополн.. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние.
26. ПАНТЕЛЕЕНКО, Ф., ЛЯЛЯКИН, В., ИВАНОВ, В., КОНСТАНТИНОВ, В. (2003). Восстановление деталей машин: Справочник. Москва: Машиностроение. 672 с.
27. ПЕТРОВ, Ю. (1972). Основы ремонта машин. Москва: Колос. 527 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

MARIAN Grigore*

doctor habilitat în științe tehnice, profesor universitar, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

ȘEREMET Dumitru  <https://orcid.org/0000-0002-6088-3365>

asistent universitar, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

**Corresponding author: marian@uasm.md*

Data prezentării articolului: 30.03.2020

Data acceptării articolului: 05.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3945208

УДК: 621.56

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ НАМОРАЖИВАНИЯ ЛЬДА В ЛЬДОХРАНИЛИЩАХ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА И ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Алла КИРСАНОВА, Августин ВОЛКОНОВИЧ, Викторин СЛИПЕНКИ,
Онорин ВОЛКОНОВИЧ, Ина ВОЛКОНОВИЧ*

Abstract. This article presents the results of a study on finding factors that affect the thickness of ice freezing in ice storage facilities in natural cold plants designed for cooling milk and storing fruits and vegetables. The article presents the results of using the least squares method with preliminary orthogonalization of factors and the parabolic smoothing method with unequal values of the argument to establish the law to which the thickness of ice freezing in ice storage facilities obeys. The article proves that the thickness of ice freezing depends mainly on the number of days with a negative average daily temperature, and also proves the adequacy of the obtained mathematical model.

Key words: Ice storage; Ice freezing; Thickness; Least squares method; Orthogonalization; Parabolic smoothing method.

Реферат. В настоящей статье изложены результаты исследования по оценке факторов, влияющих на толщину намораживания льда в льдохранилищах в установках естественного холода, предназначенных для охлаждения молока и хранения фруктов и овощей. В данной работе приведены результаты применения метода наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов, а также метода параболического сглаживания при неравноотстоящих значениях аргумента для установления закона, которому подчиняется толщина намораживания льда в льдохранилищах. В статье авторы доказывают, что толщина намораживания льда зависит в основном от количества суток с отрицательной среднесуточной температурой, а также приводят доказательство адекватности полученной математической модели.

Ключевые слова: Льдохранилища; Намораживание льда; Толщина; Метод наименьших квадратов; Ортогонализация; Метод параболического сглаживания.

ВВЕДЕНИЕ

Усовершенствование энергосберегающих систем, применяемых для охлаждения и хранения сельскохозяйственной продукции (фруктов, овощей, молока) остается в настоящее время одной из актуальных проблем сельского хозяйства. Среди эффективных систем охлаждения сельхозпродукции особое место занимают системы естественного холода. Такие системы позволяют экономить энергетические и другие материальные ресурсы. Кроме того, естественный холод является одним из важнейших возобновляемых экологически чистых источников энергии. Системы естественного холода позволяют охлаждать сельскохозяйственную продукцию непосредственно на месте её производства. Основной идеей использования таких систем является аккумулирование природного холода воды и льда при помощи аккумуляторов холода. Среди преимуществ систем естественного холода можно отметить относительную простоту изготовления и обслуживания, высокую надежность, экономичность с точки зрения потребления электроэнергии, исключение использования фреона, низкая себестоимость холода.

Использование льда в качестве высокотеплоемкого хладоносителя со стабильной температурой и изменяющимся агрегатным состоянием наиболее экономично в случае неравномерности потребления холода при околонулевых температурах. Например, ледяные холодо-аккумуляторы могут обеспечивать суточную и сезонную равномерность нагрузки холодильных машин (Бобков, В.А. 1977).

В решение проблемы эффективного использования систем естественного холода наибольший вклад внесли ученые В.А. Бобков (1977), И.Н. Босин (1997), Л.Ф. Волконович (2002), Б.П. Коршунов (2014), А. М. Мусин, Ф.Г. Марьяхин, А.И. Учеваткин (1991), В.М. Руских (2010), Ю.А. Цой (1988) и другие.

Данные ученые комплексно рассмотрели научно-технические основы холодильной льдотехники, сформировали основные требования к системам охлаждения молока, разработали физические, технологические и экономические стороны проблемы, сформулировали теоретические

положения и установили математические зависимости, определяющие методы расчетов и рационального применения холодильной льдотехники в сельском хозяйстве.

В рамках настоящего исследования нами предпринята попытка применения и адаптации разработанных методов и методик на территории Приднестровья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Задачи исследования решаются с помощью методик исследования энергосберегающих систем хранения фруктов и овощей с применением естественного и искусственного холода (Бобков, В.А. 1977; Волконович, Л. et al. 2002; Мусин, А.М. et al. 1991; Цой, Ю.А. 1988), результатов исследования особенностей климатических условий Приднестровья (Кирсанова, А, Волконович, Л. 2019). Так же применяются методики обработки исходных данных на основе существующих методик и методов теории вероятностей, математической статистики и математического моделирования (Долгов, Ю. 2011).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Территориально Приднестровье находится в центре Республики Молдова и как доказано нами ранее (Кирсанова, А, Волконович, Л. 2019), Приднестровье можно разделить на две агроклиматические зоны, что необходимо учитывать при выполнении расчетов, в которых используются метеорологические данные (например, среднесуточная температура, скорость ветра).

В частности нами исследована возможность заготовки льда на территории Приднестровья в льдохранилищах путем намораживания при подаче воды слоями по 0,5 см. Согласно Бобкову В.А. (1977), за сутки можно наморозить слой льда толщиной (в см):

$$h = -\frac{t}{3} \cdot \left(1 + \frac{v}{2}\right) \quad (1)$$

где t – температура, °C, v – скорость ветра, м/с.

Развитие данного вопроса для территорий с частыми оттепелями освещено в работах Л.Ф. Волконовича, К. Сырги (2002), в которых было уточнено, что в таких регионах, расчет толщины слоя намороженного льда следует производить по формуле:

$$h = -\frac{Q}{3} \cdot \left(1 + \frac{v}{2}\right), \quad (2)$$

где Q – запас холода, определяемый по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^{T_x} t_i, \quad (3)$$

где T_x – количество суток с отрицательной среднесуточной температурой.

Произведены расчеты для сезонного хранения фруктов и овощей, когда среднесуточная температура воздуха не превышает +14 °C (предельная температура хранения фруктов и овощей) в течение 2014-2019 гг. для четырех городов Приднестровья. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Согласно формуле (2), имеются только два параметра, от которых зависит толщина намораживания льда – это среднесуточные значения температуры и скорости ветра. Однако в результате сравнительного анализа данных, приведенных в таблице 1, можно заметить, что, например:

1) по г. Дубоссары в исследуемый период 2014-2015 гг. запас холода составил $Q = -138,5$ °C, толщина намораживания льда $h = 96,18$ см, а в период 2015-2016 гг. запас холода больше - $Q = -145,0$ °C, а $h = 92,99$ см, т. е. меньше;

2) по г. Тирасполь в исследуемый период 2014-2015 гг. запас холода составил $Q = -156,0$ °C, т. е. меньше, чем по г. Рыбница в период 2014-2015 гг. $Q = -182,8$ °C, однако толщина намораживания льда в г. Тирасполь $h = 128,19$ см, что больше, чем в г. Рыбница - $h = 120,49$ см;

3) по г. Тирасполь в исследуемый период 2016-2017 гг. запас холода составил $Q = -258,2$ °C меньше, чем по г. Рыбница в период 2016-2017 гг., где $Q = -304,2$ °C. Однако толщина

намораживания льда в Тирасполе $h = 219,39$ см, что больше, чем в Рыбнице $h = 202,60$ см. То есть в Рыбнице при запасе холода на 18 % большем, чем в Тирасполе, получена на 8% меньшая толщина намораживания льда;

Таблица 1. Толщина намораживания льда в льдохранилищах

Параметр	Город	Период				
		2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
v_{cp} , м/с в T_x дней	Каменка	2,41	2,63	2,26	2,07	2,29
	Рыбница	1,88	1,92	1,88	2,00	2,04
	Дубоссары	2,00	1,91	2,11	1,83	1,74
	Тирасполь	2,93	2,86	2,84	2,73	2,59
t_{cp} , °C в T_x дней	Каменка	-3,86	-5,09	-4,35	-4,30	-3,43
	Рыбница	-3,81	-5,21	-4,35	-4,22	-3,64
	Дубоссары	-3,38	-5,00	-4,08	-4,41	-3,22
	Тирасполь	-3,90	-5,49	-4,03	-4,24	-3,22
запас холода Q , °C	Каменка	-192,8	-172,9	-321,6	-257,8	-236,3
	Рыбница	-182,8	-177,0	-304,2	-248,9	-222,0
	Дубоссары	-138,5	-145,0	-236,5	-189,7	-164,1
	Тирасполь	-156,0	-170,2	-258,2	-195,0	-173,8
количество дней T_x	Каменка	50	34	74	60	69
	Рыбница	48	34	70	59	61
	Дубоссары	41	29	58	43	51
	Тирасполь	40	31	64	46	54
h , см	Каменка	144,19	130,64	233,10	178,96	167,94
	Рыбница	120,49	115,23	202,60	164,26	148,29
	Дубоссары	96,18	92,99	169,70	135,26	101,25
	Тирасполь	128,19	133,17	219,39	166,13	132,73

4) по г. Тирасполь в исследуемый период 2016-2017 запас холода $Q = -258,2$ °C практически такой же, как по г. Каменка в период 2017-2018, где $Q = -257,8$ °C. При округлении до целых запас холода одинаков. Однако толщина намораживания льда в Тирасполе $h = 219,39$ см, что больше, чем в Каменке, где $h = 178,96$ см. То есть в Тирасполе при одинаковом с Каменкой запасе холода, получено значительно отличающееся (на 22,6%) расчетное значение толщины намораживания льда;

5) по г. Тирасполь в исследуемый период 2017-2018 гг. запас холода составил $Q = -195,0$ °C меньше, чем по г. Рыбница в период 2017-2018 гг., где $Q = -248,9$ °C. Однако толщина намораживания льда в Тирасполе $h = 166,13$ см, что почти совпадает со значением, полученном для Рыбницы $h = 164,26$ см. То есть в Рыбнице при запасе холода на 27,6 % большем, чем в Тирасполе, получена одинаковая толщина намораживания льда.

Все эти наблюдения привели к практически очевидному выводу: необходимо искать другие факторы, неучтенные исследователями до настоящего времени, влияющие на толщину намораживания льда. Для отыскания ответа на этот вопрос, было принято решение использовать метод наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов (Долгов, Ю. 2011)..

Предварительно был составлен план метода наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов (МНКО) и построена таблица, в которой приняты следующие обозначения: Z_1 – количество суток с отрицательной среднесуточной температурой; Z_2 – среднее арифметическое значение скорости ветра в указанные сутки; Z_3 – среднее арифметическое значение температуры в указанные сутки; Z_4 – запас холода.

Исследуемые периоды (табл. 1) были пронумерованы с 1 до 5 для г. Каменка, с 6 по 10 для г. Рыбница, с 11 по 15 для г. Дубоссары и с 16 по 20 для г. Тирасполь. Данные по толщине намораживания льда были округлены до десятых долей сантиметра (из соображений здравого смысла). Таким образом, составлена таблица 2.

Таблица 2. План МНКО

j	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
1	50	2,412	-3,856	-192,8
2	34	2,629	-5,085	-172,9
3	74	2,255	-4,346	-321,6
4	60	2,068	-4,297	-257,8
5	69	2,287	-3,425	-236,3
6	48	1,875	-3,808	-182,8
7	34	1,921	-5,206	-177,0
8	70	1,876	-4,346	-304,2
9	59	2,003	-4,219	-248,9
10	61	2,039	-3,639	-222,0
11	41	2,000	-3,378	-138,5
12	29	1,910	-5,000	-145,0
13	58	2,114	-4,078	-236,5
14	43	1,826	-4,412	-189,7
15	51	1,739	-3,218	-164,1
16	40	2,930	-3,900	-156,0
17	31	2,855	-5,490	-170,2
18	64	2,844	-4,034	-258,2
19	46	2,730	-4,239	-195,0
20	54	2,593	-3,219	-173,8
$\bar{Z}$	50,8	2,2453	-4,15975	-207,165

Неизвестную связь между выходной величиной $\hat{Y}$ – толщиной намораживания льда и факторами, влияющими на нее

$$\hat{Y} = f(X_1, X_2, X_3, X_4) \quad i = 1 \div n \quad (4)$$

будем искать в виде полинома, включающего эффекты факторов и их взаимодействия,

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n b_j X_i X_j + \dots + \sum_{i=1}^n b_{i_i} X_i^2 + \dots = \sum_{k=0}^m b_k Z_k, \quad (5)$$

где n – количество рассматриваемых факторов;

m – количество, рассматриваемых эффектов взаимодействий факторов.

С учетом предварительной ортогонализации исходный полином (5) может быть представлен в следующем виде

$$Y = A_0 \psi_0(Z) + A_1 \psi_1(Z) + \dots + A_m \psi_m(Z) = \sum_{k=0}^m A_k \psi_k(Z) \quad (6)$$

где $m+1$ – число членов уравнения регрессии. Степень полинома $\psi_k(Z)$ совпадает с номером столбца k рассматриваемых эффектов Z_k в матрице исходных данных. Поэтому именно на полиномы $\psi_k(Z)$ накладывается условие ортогонализации:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^N \psi_{kj}(Z) \psi_{ij}(Z) = 0; \quad k, i = 0 \div m; \quad k > i; \\ \sum_{j=1}^N [\psi_{kj}(Z)]^2 \neq 0. \end{cases} \quad (7)$$

Решением системы (7) является итеративная процедура:

$$\left\{ \begin{array}{l} \psi_{kj}(Z) \equiv 1; \\ \psi_{kj}(Z) = Z_{kj} - \sum_{i=0}^{k-1} \xi_{kj} \psi_{ij}(Z); k = 1 \div m; k > i; \\ \sum_{j=1}^N [\psi_{kj}(Z)]^2 \neq 0. \end{array} \right. \quad (8)$$

где коэффициент влияния

$$\xi_j = \frac{\sum_{j=1}^N Z_k \cdot \psi_j(Z)}{\sum_{j=1}^N [\psi_j(Z)]^2}; k, i = 0 \div m; k > i; \quad (9)$$

Результат расчета ортогональных полиномов $\psi(Z)$ представлен в таблице 3.

Таблица 3. Ортогональные полиномы $\psi(Z)$

j	$\Psi_0(Z)$	$\Psi_1(Z)$	$\Psi_2(Z)$	$\Psi_3(Z)$	$\Psi_4(Z)$	Y	$\hat{Y}$	$(Y - \hat{Y})^2$
1	1	-0,8	0,1664	-1,5348	46,4240	144,2	157,068	23,4256
2	1	-16,8	0,3237	-0,3342	-12,7566	130,6	317,628	340,0336
3	1	23,2	0,0989	-0,6270	23,2702	233,1	-83,772	7066,084
4	1	9,2	-0,1403	-0,2969	-14,0886	179,0	56,718	897,6016
5	1	18,2	0,1123	0,4194	22,2772	167,9	-33,597	355,6996
6	1	-2,8	-0,3780	0,4248	4,2293	120,5	177,138	814,5316
7	1	-16,8	-0,3843	-0,6334	-12,8820	115,2	317,628	1145,146
8	1	19,2	-0,2950	-0,6286	-20,5731	202,6	-43,632	2868,674
9	1	8,2	-0,2090	-0,2118	-10,6507	164,3	66,753	232,8676
10	1	10,2	-0,1656	0,5498	-24,4728	148,3	46,683	0,5476
11	1	-9,8	-0,2792	1,0504	11,8164	96,2	247,383	2792,066
12	1	-21,8	-0,4139	-0,3130	-4,6750	93,0	367,803	3140,482
13	1	7,2	-0,1017	-0,0194	-5,4319	169,7	76,788	426,8356
14	1	-7,8	-0,4457	-0,0743	-8,4093	135,3	227,313	188,7876
15	1	0,2	-0,5029	0,9102	21,6193	101,3	147,033	2279,108
16	1	-10,8	0,6471	0,7860	0,3671	128,2	257,418	434,3056
17	1	-19,8	0,5385	-0,6119	13,0199	133,2	347,733	250,9056
18	1	13,2	0,6506	0,0678	-6,3519	219,4	16,578	4950,53
19	1	-4,8	0,4695	0,2560	-7,6534	166,1	197,208	291,0436
20	1	3,2	0,3083	1,0404	22,0266	132,7	116,928	266,9956
$\sum(\cdot)^2$		3467,2	2,7820	8,6290	6356,460	149,040		

В таблице 4 приведены рассчитанные значения коэффициентов влияния ξ_{kj} .

Таблица 4. Коэффициенты влияния

k	j			
	0	1	2	3
1	50,8			
2	2,2426	-0,00373		
3	-4,25975	0,02438	-0,2518	

4	-207,165	-3,3133	-3,7705	22,2063
---	----------	---------	---------	---------

Вычисление оценок коэффициентов b_k уравнения (5) сводится к предварительному нахождению коэффициентов A_k при ортогональных полиномах в (6), исходя из условий минимизации остаточной суммы квадратов

$$S = \sum_{j=1}^N \left[Y_j - \sum_{k=0}^m A_k \psi_k(Z) \right]^2 \rightarrow \min \quad (10)$$

Дифференцируя (10) по каждому коэффициенту A_k и приравняв результат к нулю, получим систему $(m+1)$ линейных уравнений, решением которой будет выражение для расчета коэффициентов модели A_k в ортогональном пространстве

$$\hat{A}_k = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j \cdot \psi_j(Z)}{\sum_{j=1}^N [\psi_j(Z)]^2}; k = 0 \div m. \quad (11)$$

Из (11) видно, что коэффициенты A_k определяются независимо друг от друга, так как рассматриваются на основе полиномов различных порядков. Следовательно вопрос включения в уравнение (6) каждого коэффициента A_k может решаться отдельно по критерию Стьюдента. Для этого предварительно рассчитывается среднеквадратическое отклонение (СКО) очередного коэффициента A_k

$$S\{\hat{A}_k\} = \sqrt{\frac{S^2(Y)}{\sum_{j=1}^N [\psi_j(Z)]^2}} \quad (12)$$

где $S^2\{Y\}$ – средняя (или взвешенная) дисперсия выходной величины по неповторяющимся строкам плана. Однако допускается для оценки средней дисперсии взять эмпирическую дисперсию распределения выходной величины, деленную на 4 (минимальное число равнодействующих составляющих, которые может дать нормальное распределение).

Величина $S\{\hat{A}_k\}$ подставляется в выражения для расчета критерия Стьюдента

$$t_k = \frac{|\hat{A}_k|}{S\{\hat{A}_k\}} \geq t_{\alpha, \nu} (q, \nu) \quad (13)$$

Данный критерий сравнивается с табличным при уровне значимости q и $\nu = N-1$ числе степеней свободы. Если условие (13) выполняется, то коэффициент A_k признается значимым и включается в уравнение (6), иначе – не включается.

Результаты расчета коэффициентов модели A_k в ортогональном пространстве, СКО и критерия Стьюдента каждого коэффициента сведены в таблицу 5.

Таблица 5. Результаты расчетов

k	A_k	S_k	t_k	Вывод о значимости коэффициента
0	149,040	21,935	8,873	значимый
1	-10,035	1,666	6,023	значимый
2	34,405	58,813	<1	незначимый
3	-15,150	33,395	<1	незначимый
4	0,632	1,230	<1	незначимый

Дисперсия $S^2\{Y\} = 1438,2834$, $S_p^2 = 359,5709$.

Значение средневзвешенной дисперсии $S_p^2 = S^2\{Y\}/4$ найдено по теореме Ляпунова о трех случайных числах.

Таким образом, полученная модель имеет вид $\hat{Y} = 149,04 - 10,035 \cdot \psi_1(Z)$. Следовательно, можно сделать вывод о том, что величина толщины намораживания льда h зависит только от количества суток с отрицательной среднесуточной температурой. Построим точечный график зависимости толщины намораживания льда от количества суток с отрицательной среднесуточной температурой.

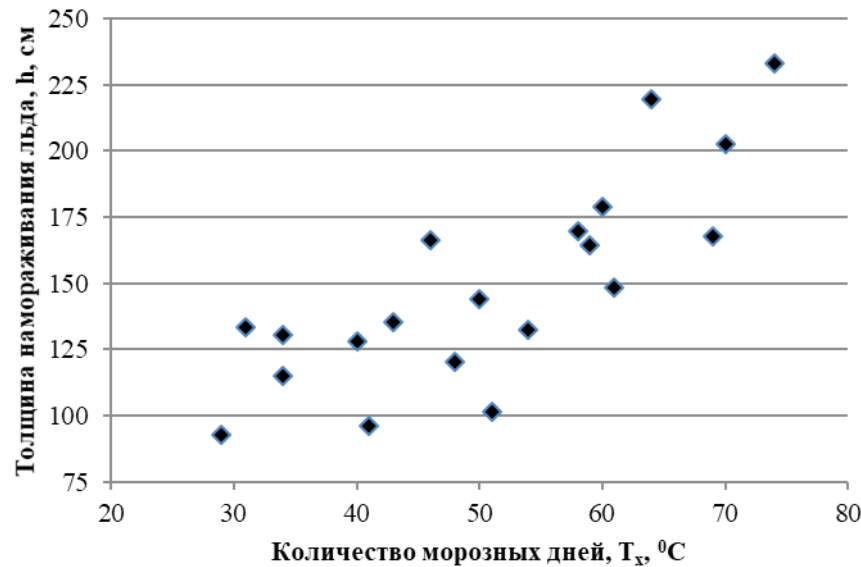


Рисунок 1. График зависимости толщины намораживания льда от количества суток с отрицательной среднесуточной температурой

Вычислим кривую $h = f(T_x)$ методом параболического сглаживания при неравноотстоящих значениях аргумента [4]. Уравнение будем искать в виде

$$f(x) = k_0 + k_1 q_1(x) + \dots + k_\lambda q_\lambda(x), \quad (14)$$

где $\lambda \leq n - 1$, где n – объем выборки.

Произведенные расчеты:

1) вычисление параболы нулевого порядка:

$$k_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i = 149,055;$$

$$\Sigma_0 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}{n} = 473108,17 - \frac{2981,1^2}{20} = 28760,3095;$$

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum \lambda}{n - (\lambda + 1)}} = 38,9063; \quad \bar{T}_x = 50,8;$$

$$k_1 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} = 7992,24 / 3467,20 = +2,3051;$$

$$f(x) = 149,055 + 2,3051 \cdot x.$$

2) вычисление параболы первого порядка:

$$\Sigma_1 = \Sigma_0 - k_1^2 \cdot \sum x_i^2 = 28760,3095 - 2,3051^2 \cdot 3467,20 = 10337,3908;$$

$\sigma_1 = 23,9645$; $\sigma_1 < \sigma_0$, продолжаем вычисления.

$$A_2 = \frac{1}{N} \sum x_i^2 = \frac{1}{20} \cdot 3467,20 = 173,36;$$

$$B_2 = \frac{\sum x_i^3}{\sum x_i^2} = \frac{276,48}{3467,20} = 0,07974;$$

$$C_2 = \sum x_i^4 - B_2 \cdot \sum x_i^3 - A_2 \cdot \sum x_i^2;$$

$$C_2 = 1156969,024 - 0,07974 \cdot 276,48 - 173,36 \cdot 3467,20 = 555873,1855;$$

$$k_2 = \frac{\sum h_j x_j^2 - k_0 \cdot \sum x_j^2 - k_1 \cdot \sum x_j^3}{C_2};$$

$$k_2 = \frac{548907,048 - 149,055 \cdot 3467,20 - 2,3051 \cdot 276,48}{555873,1855} = 0,05660;$$

$$q_2(x) = x^2 - B_2 \cdot x - A_2 = x^2 - 0,07974 \cdot x - 173,36;$$

$$k_2 \cdot q_2(x) = 0,0566 \cdot x^2 - 0,0045 \cdot x - 9,8122;$$

$$_2f(x) = 0,0566 \cdot x^2 + 2,3006 \cdot x + 139,2428. (\pm 45,0)$$

$$\Sigma_2 = \Sigma_1 - k_2^2 \cdot C_2 = 10337,3908 - 0,0566^2 \cdot 555873,1855 = 8556,6177;$$

$$\sigma_2 = 22,4350; \Delta h = \pm 2 \cdot 22,435 \approx \pm 45,0.$$

Для удобства представим все расчеты в виде таблицы.

Таблица 6. Результаты расчетов кривой $h = f(T_x)$

j	Аргумент T_x	Функция h	$x_i = T_{xj} - \bar{T}_x$	$h_j \cdot x_j$	$h_j \cdot x_j^2$	$_2f(x)$	χ^2_j
1	29	93,0	-21,8	-2027,40	44197,320	116,0	4,5552
2	31	133,2	-19,8	-2637,36	52219,728	115,9	2,5886
3	34	115,3	-16,8	-1937,04	32542,272	116,6	0,0137
4	34	130,6	-16,8	-2194,08	36860,544	116,6	1,6810
5	40	128,2	-10,8	-1384,56	14953,248	121,0	0,4284
6	41	96,2	-9,8	-942,76	9239,048	122,1	5,5071
7	43	135,6	-7,8	-1057,68	8249,904	124,7	0,9458
8	46	166,1	-4,8	-797,28	3826,944	129,5	10,3430
9	48	120,5	-2,8	-337,4	944,720	133,2	1,2191
10	50	144,2	-0,8	-115,36	92,288	137,4	0,3329
11	51	101,3	0,2	20,26	4,052	139,7	10,5568
12	54	132,7	3,2	424,64	1358,848	147,2	1,4248
13	58	169,7	7,2	1221,84	8797,248	158,7	0,7621
14	59	164,3	8,2	1347,26	11047,532	161,9	0,0353
15	60	179,0	9,2	1646,8	15150,560	165,2	1,1534
16	61	148,3	10,2	1512,66	15429,132	168,6	2,4430
17	64	219,4	13,2	2896,08	38228,256	179,5	8,8825
18	69	167,9	18,2	3055,78	55615,196	199,9	5,1094
19	70	202,6	19,2	3889,92	74686,464	204,3	0,0138
20	74	233,1	23,2	5407,92	125463,744	223,1	0,4502
сумма	1016	2981,2	0	7992,24	548907,048	4146,6	58,4461

Произведем обратный переход к первоначальным обозначениям:

$h = 0,0566 \cdot (T_x - 50,8)^2 + 2,3006 \cdot (T_x - 50,8) + 139,2428$, после упрощения получим:

$$h = 0,0566 \cdot T_x^2 - 3,4500 \cdot T_x + 168,4364. \quad (15)$$

Проверка модели на адекватность показала, что критерий Пирсона

$\chi_p^2 = 58,4461 > \chi_{таб}^2(5\%; \nu = 17) = 27,59$. Однако убирая грубые промахи (строки 6, 8, 11 и 17 – значения периодов с аномальной температурой, даны в таблице курсивом) получаем:

$\chi_p^2 = 23,1567 < \chi_{таб}^2$. Таким образом, доказано, что полученная математическая модель адекватна. Без учета грубых промахов коридор ошибок $\Delta h = \pm 30$ см.

Графически сглаживание представлено на рисунке 2.

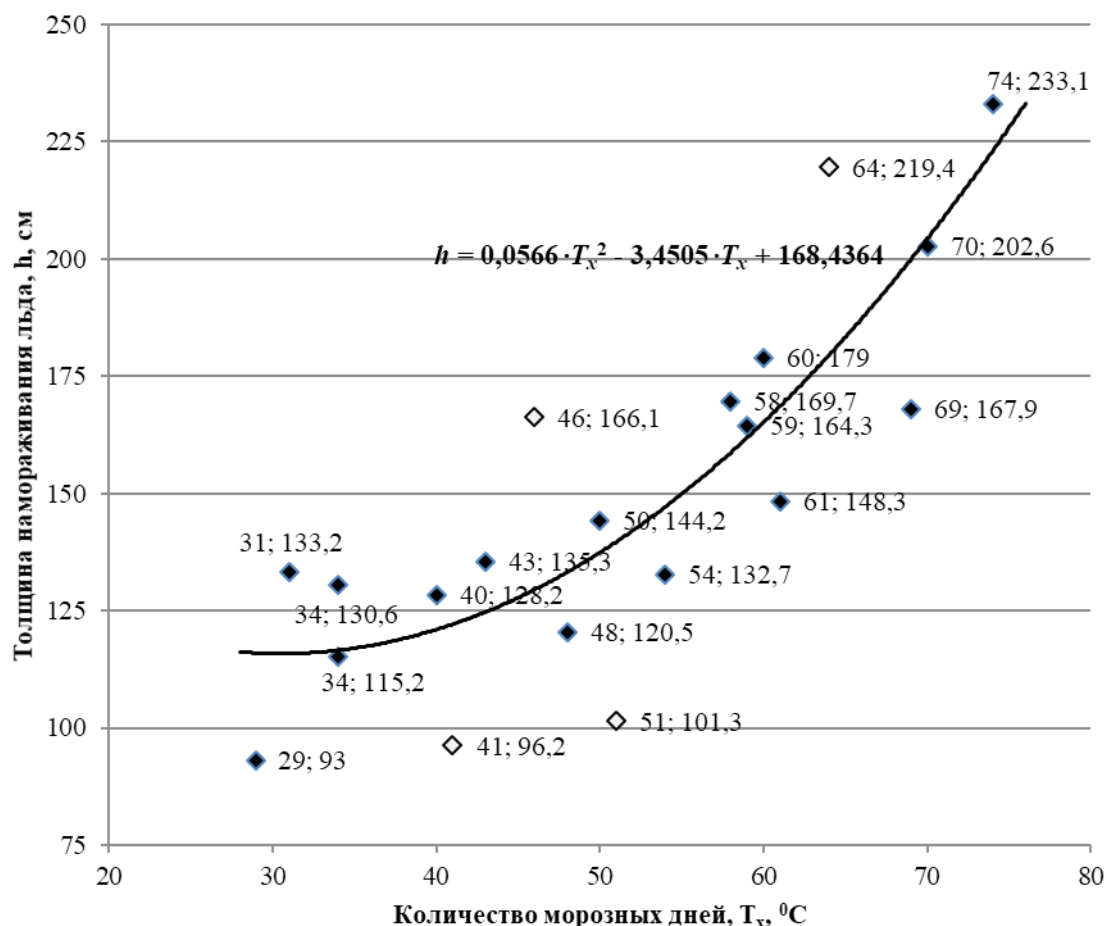


Рисунок 2. Зависимость толщины намораживания льда от количества морозных дней

Грубые промахи изображены незакрашенными точками, наглядно видно, что они удалены от сглаживающей кривой.

Итак, в настоящем исследовании доказано, что толщина намораживания льда подчиняется закону (15) с коридором ошибок $\Delta h = \pm 30$ см.

Следующим этапом исследования будет расчет конструктивных параметров льдохранилища, опираясь на полученные результаты.

ВЫВОДЫ

В рамках настоящей статьи приведены результаты исследования возможности заготовки льда на территории Приднестровья в льдохранилищах путем намораживания при подаче воды слоями по 0,5 см. Расчеты произведены для сезонов хранения фруктов и овощей в течение 2014-2019 гг. для четырех городов Приднестровья. Произведен сравнительный анализ результатов расчетов, произведенных на основе методики Бобкова В.А. и исходных данных, замечено противоречие, что

привело к выводу о необходимости рассмотрения других факторов, неучтенных исследователями до настоящего времени, но влияющих на толщину намораживания льда. Был использован метод наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов. Получена модель, на основе которой, сделан вывод о том, что величина толщины намораживания льда в льдохранилищах зависит от количества суток с отрицательной среднесуточной температурой. Был построен график зависимости толщины намораживания льда от количества суток с отрицательной среднесуточной температурой и вычислена кривая $h = f(T_x)$ методом параболического сглаживания при неравноотстоящих значениях аргумента. Произведен обратный переход к первоначальным обозначениям. Доказано, что полученная математическая модель адекватна. Доказано, что толщина намораживания льда подчиняется закону (15) с коридором ошибок $\Delta h = \pm 30$ см.

Следующим этапом исследования будет расчет конструктивных параметров льдохранилища, опираясь на полученные результаты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БОБКОВ, В.А. (1977). Производство и применение льда. Москва: Пищевая промышленность. 233 с.
2. БОСИН, И.Н. (1997). Аккумулятор естественного холода. В: Сельский механизатор, № 4, с. 32. ISSN 0131-7393.
3. ВОЛКОНОВИЧ, Л., СЫРГИ, К. (2002). Энергосберегающие, экологические системы естественного холода для хранения пищевых продуктов. Кишинёв. 336 с. ISBN 9975-62-078-7.
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. In: Știința agricolă, nr. 2, pp. 114-120. ISBN 1857-0003.
6. КОРШУНОВ, А.Б., ИВАНОВ, В.В. (2014). Технологические схемы энергосберегающих систем для охлаждения молока на фермах. В: Инновации в сельском хозяйстве, № 4, с. 233-236.
7. МУСИН, А.М., МАРЬЯХИН, Ф.Г., УЧЕВАТКИН, А.И. и др. (1991). Изготовление и использование установок естественного холода для охлаждения молока: рекомендации. Москва: Росагропромиздат. 28 с.
8. РУССКИХ, В.М. (2010). Способы охлаждения сырого молока. В: Переработка молока, № 7, с. 31-33. ISSN 2222-5455.
9. ЦОЙ, Ю.А. (1988). Механико-технологическое обоснование повышения эффективности механизированных поточных линий доения и первичной обработки молока: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Москва: ВИМ. 38 с.

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 Августин  <https://orcid.org/0000-0002-0346-5423>

докторант, Государственный Аграрный Университет Молдовы

E-mail: augustin.volk@gmail.ru

СЛИПЕНКИ Викторин  <https://orcid.org/0000-0003-2253-5324>

докторант, Государственный Аграрный Университет Молдовы

E-mail: slipenchivictorin@mail.ru

ВОЛКОНОВИЧ Онорин  <https://orcid.org/0000-0003-1623-2028>

докторант, Государственный Аграрный Университет Молдовы

E-mail: onorin.volconovici@gmail.com

ВОЛКОНОВИЧ Ина  <https://orcid.org/0000-0002-4907-7944>

докторант, Государственный Аграрный Университет Молдовы

E-mail: globa.ina95@gmail.com

*Corresponding author: avki@mail.ru

Data prezentării articolului: 30.03.2020

Data acceptării articolului: 07.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3911620

CZU: 619:616-085.36:636.4.087.8

ACȚIUNEA CORIOCENULUI ASUPRA SCROAFELOR NORMOGALACTICE

Viorica GURDIȘ

Abstract. The article refers to the action of the tissular preparation Choriocen (obtained from human chorion) on parturient sows and their progeny. The preparation was administered to 5 sows on the 2-3d day after parturition for normalization and keeping of the lactation and also for keeping the number of the piglets in the post-partum period. The animals from the control group were administered a 0,9% solution of NaCl. The application of Choriocen at the beginning of lactation induced an important increase in galactopoiesis. Starting from the 3d day after preparation administration the difference between the milk quantity produced by the sows from experimental group compared to the sows from the control group became significant and was maintained until the end of the experience. It was established that the increase of galactopoiesis occurred because of the increase of the prolactin. At the end of the research in the experimental batch survived by 1.7% more piglets, and the body mass of an animal was on average 239 g higher than those in the control batch.

Key words: Sows; Choriocen; Prolactin; Galactopoiesis; Piglets; Survival.

Rezumat. Articolul se referă la acțiunea preparatului tisular Coriocen (obținut din corionul uman) asupra scroafelor parturiente și progeniturilor lor. Preparatul Coriocen (10 ml, i.m) s-a administrat unui lot de cinci scroafe la a 2-3 zi după parturiție pentru normalizarea și menținerea lactației, dar și păstrarea numărului de purcei în perioada post-partum. Animalelor din lotul martor li s-a administrat soluție NaCl 0,9%, 10 ml, i.m. Aplicarea Coriocenului în perioada de debut a lactației a indus o creștere importantă a galactopoeziei. Începând cu a 3-a zi după administrare, diferența privind cantitatea de lapte produsă de scroafele din lotul experimental față de cele din lotul martor a devenit semnificativă și s-a menținut până la sfârșitul experienței. S-a constatat, că creșterea galactopoeziei s-a produs pe fondul creșterii nivelului prolactinei. La finele cercetării în lotul experimental au supraviețuit cu 1,7% mai mulți purcei, iar masa corporală a unui animal era, în medie, cu 239 g mai mare decât la cei din lotul martor.

Cuvinte-cheie: Scroafe; Coriocen; Prolactină; Galactopieză; Purcei; Supraviețuire.

INTRODUCERE

Perioada post-partum este una critică pentru scroafele parturiente și progeniturile lor, cu influență majoră asupra sănătății și productivității animalelor și, în consecință, asupra profitabilității (Illmann, G. 2019). În această perioadă, de cele mai dese ori din cauza unor condiții inadecvate de întreținere și nutriție a scroafelor gestante, după parturiție se declanșează un șir de procese patologice care afectează atât scroafele mame, cât și progeniturile lor. Dintre acestea, un impact negativ deosebit pot avea, la scroafe, hipogalactia, sindromul metrită-mastită-agalactia, uro-cistita, constipația etc. și, la purceii sugari, hipoglicemia, hipotrepisia, diareea și altele (Gherharius, S. et al. 1997). Incidența majoră a acestor maladii se manifestă disproporțional anume în primele 48 ore de la parturiție, dar sunt cazuri când această stare survine și mai târziu, pe parcursul primei săptămâni post-partum, atât pentru scroafele mamă, cât și pentru purcelușii sugari (nou-născuți), asupra cărora această experiență dezastruoasă poate avea consecințe fatale (Patterson, J.L. et al. 2011). Pentru prevenirea și combaterea acestor boli, indubitabil, este necesar de a lărgi și aprofunda cunoștințele referitoare la factorii care le favorizează (Holban, D.M. et al. 1992).

În practică, pentru profilaxia și tratarea bolilor puerperale, medicul veterinar folosește mai multe substanțe medicamentoase. Însă, cu părere de rău, toate sunt costisitoare, necesită administrarea zilnică, iar efectul galactogen obținut este de scurtă durată. Din aceste considerente am investigat acțiunea unui produs tisular, Coriocen, ecologic pur, care manifestă acțiune galactogenă de lungă durată (Shatokhin, P.P. et al. 2016) asupra scroafelor parturiente sănătoase normogalactice în perioada de debut al lactației.

MATERIALE ȘI METODE

În scopul cercetării au fost selectate 10 scroafe parturiente la a 3-4 lactație, care au fost divizate în două loturi: martor (5 animale) și experimental (5 animale). Condițiile de întreținere

și hrănire a scroafelor din ambele loturi au fost similare, în corespundere cu tehnologia acceptată. Animalelor din lotul I (martor), la a 2-3 zi după parturiție, li s-a administrat soluție NaCl 0,9%, 10 ml, i.m. (nocebo), iar celor din lotul II (experimental) – preparatul Coriocen, 10 ml, i.m. Scroafele mame din ambele loturi și progeniturile lor au fost supravegheate pe parcursul a 20 de zile. Scroafele au fost evaluate zilnic după starea generală, statusul clinic, consumul de hrană, instinctul matern, starea glandelor mamare, lactopoieza, defecarea, micțiunea etc. Inițial, până la administrarea Coriocenului (în lotul experimental), și la a 3-a, 7-a, 10-a, 15-a și a 20-a zi după administrare, de la scroafele din ambele loturi au fost prelevate probe de sânge, în care au fost determinați indicii hematologici (conținutul de Hb, indicele Ht-lui, numărul de eritrocite și leucocite), precum și conținutul de prolactină în serul sanguin. Concomitent au fost evaluate și progeniturile acestor scroafe, stabilindu-se starea generală, comportamentul înainte și după alăptare, regularitatea și frecvența alăptărilor, cantitatea medie de lapte supt de un purcel la un tain de alăptare, evoluția masei corporale și statusul clinic.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Investigațiile clinice asupra scroafelor normogalactice din ambele loturi în prima zi de cercetare (până la administrarea medicamentului) au confirmat că animalele erau sănătoase – aveau comportament vioi, consumau activ hrana oferită, reacționau prin agitație în timpul distribuirii hranei, aveau fațes vioi. Glandele mamare erau de dimensiuni și consistență normale, sensibile la palpare, iar la mulgere eliminau lapte. Scroafele mame alăptau sistematic purceii, iar aceștia sugeau activ și fără zgomote. Actul de defecare și urinare evolua normal, masele fecale aveau culoare cafenie, consistență păstoasă și miros caracteristic speciei și rației. Urina era transparentă, de culoare gălbuie.

Prin monitorizarea indicilor clinici, efectuată în paralel cu prelevarea probelor de sânge, s-a constatat că, inițial, până la administrarea preparatelor, toate scroafele din ambele loturi aveau temperatura corporală și frecvența respirației în limitele fiziologice, respectiv 38,1-39,0°C și 16-20 mișc./min (tab. 1), ceea ce confirmă că animalele erau clinic sănătoase. După administrarea Coriocenului și a soluției izotone de NaCl nu s-au observat schimbări esențiale ale stării generale și statusului clinic. Totuși, la a 3-a zi după administrarea Coriocenului, s-a observat o tendință nesemnificativă de creștere atât a temperaturii corporale, cât și a frecvenței respirației, care au variat în continuare, dar n-au depășit limitele fiziologice (tab. 1).

Tabelul 1. Cinetica temperaturii corporale și a frecvenței mișcărilor respiratorii

Loturi	n	Indicii clinici	Vremea investigării (zile)				
			Inițial	3	10	15	20
			$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$
I (martor)	5	T (°C)	38,3 ± 0,07 (38,2-8,5)	38,5 ± 0,1 (38,2-39)	38,3 ± 0,11 (38,1-38,6)	38 ± 0,2 (38-38,6)	38,3 ± 0,4 (38,1-38,8)
		R (mișc./min)	16 ± 0,2 (15-17)	16 ± 0,3 (14-18)	16,4 ± 0,4 (15-19)	17 ± 0,38 (15-20)	16,8 ± 0,3 (15-19)
II (experim.)	5	T (°C)	38,4 ± 0,1 (38,1-39)	38,5 ± 0,3 (38,2-38,9)	38,0 ± 0,12 (38-38,2)	38 ± 0,07 (38-38,2)	38,2 ± 0,1 (37,8-38,4)
		R (mișc./min)	14,4 ± 0,1 (14-15)	19,4 ± 0,7 (14-16)	16,0 ± 0,3 (14-19)	16,2 ± 0,3 (14-16)	16,0 ± 0,4 (14-19)

Variațiile individuale ale unor indici clinici (în limitele fiziologice) la unele scroafe din ambele loturi pot fi considerate ca fiind reflectarea unor particularități metabolice și procese involuntive post-partum și nicidecum ca manifestare a evoluției unor procese patologice. Această afirmație este argumentată și de statusul clinic al progeniturilor, care, pe parcursul perioadei de monitorizare, (inclusiv în prima săptămână de viață, considerată perioadă critică, când se înregistrează cele mai mari pierderi), nu s-a remarcat prin cazuri de îmbolnăvire, pierderile fiind minime – 3 purcei din lotul martor și 2 din cel experimental au fost striviți de scroafe.

Ținând cont de importanța indicilor hematologici în desfășurarea proceselor fiziologice, ne-am propus să studiem evoluția valorilor acestora la scroafele normogalactice sub acțiunea Coriocenului. Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabelul 2.

După cum se vede din tabel, inițial, până la administrarea Coriocienului scroafelor din lotul experimental și a soluției izotonice animalelor din lotul martor, atât valorile medii de grup, cât și cele individuale ale conținutului de Hb, ale numărului de eritrocite și leucocite în sânge, precum și ale indicelui Ht au fost în limitele fiziologice caracteristice scroafelor parturiente sănătoase.

Tabelul 2. Cinetica indicilor hematologici la scroafe normogalactice

Indicii	Lot	N	Perioada investigării (zile)					
			Inițial	3	7	10	15	20
			$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$	$M \pm m / (lim)$
Hb (g/dL)	I	5	$10,5 \pm 0,5$ (9,4 – 11,3)	$9,7 \pm 0,3$ (9,0 – 11,0)	$10,4 \pm 0,5$ (9,0 – 11,4)	$9,6 \pm 0,4$ (8,8 – 10,5)	$9,3 \pm 0,4$ (8,2 – 10,1)	$9,2 \pm 0,2$ (8,6 – 9,6)
	II	5	$9,9 \pm 0,3$ (9,0 – 10,8)	$10,2 \pm 0,35$ (9,5 – 11,0)	$10,5 \pm 0,18$ (9,0 – 10,8)	$9,7 \pm 0,4$ (10,1 – 11,0)	$9,5 \pm 0,17$ (9,0 – 10,8)	$9,6 \pm 0,2$ (9,1 – 11,0)
Ht (%)	I	5	$35,2 \pm 1,0$ (34 – 38)	$35,8 \pm 1,3$ (33 – 39)	$37,0 \pm 1,0$ (34,9 – 40)	$37,7 \pm 0,4$ (37 – 39)	$37,2 \pm 0,7$ (36 – 38,3)	$38,0 \pm 0,5$ (36,4 – 39)
	II	5	$39,0 \pm 1,2$ (35,3 – 42,0)	$38,7 \pm 1,0$ (38,4 – 42,0)	$38,7 \pm 0,5$ (38,5 – 39,4)	$37,3 \pm 0,9$ (37,0 – 39,0)	$38,2 \pm 0,8$ (37,0 – 40,0)	$38,4 \pm 1,0$ (36,0 – 41,0)
Eritrocite ($10^{12}/l$)	I	5	$6,8 \pm 0,09$ (6,5 – 7,0)	$6,7 \pm 0,1$ (6,3 – 6,9)	$7,0 \pm 0,3$ (6,0 – 7,7)	$6,6 \pm 0,2$ (6,1 – 7,2)	$6,5 \pm 0,24$ (5,9 – 7,0)	$6,3 \pm 0,17$ (6,0 – 6,7)
	II	5	$6,8 \pm 0,3$ (6,4 – 7,3)	$7,3 \pm 0,2$ (6,6 – 7,8)	$7,4 \pm 0,16$ (6,9 – 7,5)	$7,0 \pm 0,3$ (6,2 – 7,4)	$6,9 \pm 0,2$ (6,7 – 7,5)	$7,0 \pm 0,1$ (6,9 – 7,5)
Leucocite ($\times 10^9/l$)	I	5	$12,0 \pm 2,0$ (8,4 – 16,0)	$13,0 \pm 2,4$ (7,3 – 18,1)	$11,8 \pm 2,1$ (7,5 – 16,2)	$10,6 \pm 1,5$ (6,3 – 15,1)	$11,4 \pm 1,4$ (7,4 – 14,8)	$10,5 \pm 1,7$ (6,8 – 16,3)
	II	5	$9,9 \pm 1,3$ (8,2 – 12,3)	$9,4 \pm 0,6$ (8,2 – 11,1)	$12,8 \pm 1,8$ (12,6 – 19,0)	$11,5 \pm 1,5$ (10,2 – 14,5)	$9,6 \pm 0,7$ (7,4 – 11,4)	$10,0 \pm 0,9$ (9,6 – 11,4)

Există totuși o diferență, deși nesemnificativă, între valorile medii ale indicilor investigați la aceste două loturi de animale. Astfel, în sângele scroafelor din lotul martor se conține mai multă hemoglobină (cu 0,6 g/dL) și mai multe leucocite (cu $2,1 \times 10^9/l$), iar la scroafele din lotul experimental este mai mare valoarea indicelui Ht (cu 3,8%), deși numărul de eritrocite este identic. La a 3-a zi după administrarea Coriocienului, la scroafele din lotul experimental s-a produs o creștere a conținutului de Hb în sânge, cu 0,3 g/dL, și a numărului de eritrocite, cu $0,5 \times 10^{12}/l$. Concomitent, la scroafele din lotul martor, acești indici, așa cum e normal în perioada post-partum, s-au diminuat: hemoglobina – cu 0,8 g/dL; numărul de eritrocite – cu $0,1 \times 10^{12}/l$. În continuare, după cum se vede din tabel, valoarea acestor indici a oscilat în limitele fiziologice, cu tendință de diminuare la scroafele din lotul martor și cu tendință de creștere la scroafele din lotul II, experimental, tratate cu Coriocien. În consecință, la a 20-a zi după administrare, conținutul de hemoglobină și numărul de eritrocite în sânge la scroafele din lotul martor au fost mai mici decât inițial. Totodată, la scroafele din lotul II, numărul de eritrocite a fost mai mare decât inițial, iar diferența dintre loturi a devenit autentică ($P < 0,01$).

Referitor la numărul de leucocite în sânge, din tabel se vede că, la scroafele din lotul martor, acesta a evoluat în scădere, fiind cu $1,5 \times 10^9/l$ mai mic la sfârșitul experienței față de valoarea inițială. Concomitent, la scroafele tratate cu Coriocien, deși au produs mai mult lapte (care, se știe, conține un număr mare de leucocite), acest indice a manifestat inițial o tendință de creștere, iar apoi, practic, nu s-a modificat.

Din sursele literaturii de resort se cunoaște că prolactina este un hormon polipeptidic, secretat de celulele lactofore ale hipofizei, responsabil de inițierea și menținerea lactației (Farmer, C. 2016). Secreția prolactinei de către hipofiză este menținută sub control (diminuată) de către dopamina hipotalamică, însă nu sunt cunoscuți factorii care stimulează această secreție. Ca și ceilalți hormoni hipofizari, prolactina este secretată după ritmul circadian, cu valori maxime manifestate în perioada somnului. Pe lângă ritmul circadian, există și secreții episodice ale căror amplitudine și frecvență sunt determinate de o serie de factori, cum ar fi stresul, efortul fizic și statusul postprandial (Madej, A., et al. 2009).

Experiența noastră a confirmat că inducerea lactației în perioada post-partum la scroafe are loc pe fundalul unui nivel înalt al prolactinemiei (fig. 1), ceea ce denotă importanța acestui hormon în reglarea

lactației. După cum se arată în figura 1, inițial, până la administrarea Coriocenului scroafelor din lotul experimental și soluției izotonice de NaCl animalelor din lotul martor, conținutul de prolactină în serul sanguin, în medie pe grupe, era la un nivel suficient de înalt. Totuși, la scroafele din lotul experimental, acest indice era nesemnificativ mai mare față de lotul martor.

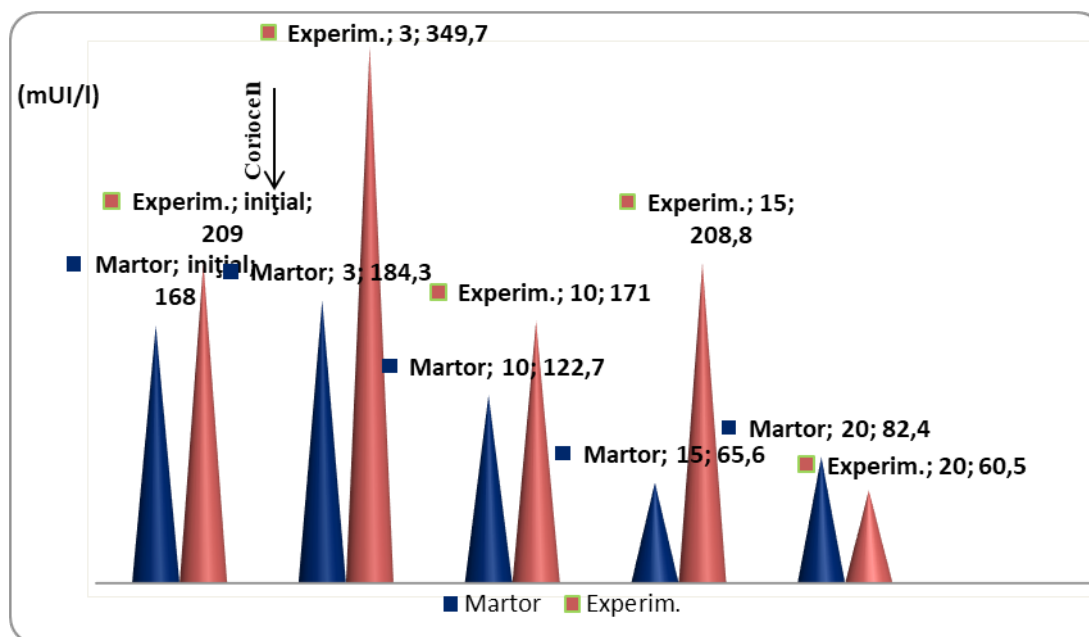


Figura 1. Cinetica prolactinemiei

La a 3-a zi după administrarea Coriocenului, conținutul de prolactină din ser la acest lot de scroafe a crescut semnificativ (cu 140,7 mUI/l). Și la scroafele din lotul martor s-a constatat o creștere a prolactinemiei, însă mult mai mică, cu doar 16,3 mUI/l. În continuare, prolactinemia a scăzut în ambele loturi, însă, spre deosebire de lotul martor, conținutul de prolactină în serul sanguin la scroafele din lotul tratat cu Coriocen a continuat să fie mai mare la a 10-a și a 15-a zi după administrare, cu 48,3 mUI/l și, respectiv, 143,2 mUI/l.

Rezultatele obținute demonstrează că cea mai mare creștere a nivelului de prolactină în serul sanguin a avut loc în a treia zi după administrarea Coriocenului. În continuare, nivelul prolactinemiei a coborât gradual la scroafele din ambele loturi, însă în lotul II (experimental) a continuat să fie semnificativ mai mare până la a 15-a zi. La a 20-a zi după administrare, conținutul de prolactină în ser la scroafele din ambele loturi a scăzut semnificativ. Probabil, condițiile de nutriție a animalelor au dus la epuizarea rezervelor din organism.

La asigurarea unei interacțiuni optime între scroafă și progenitura ei, rolul principal îi revine lactației. Întrucât cele mai mari pierderi după parturiție apar, în mod obișnuit, în urma dereglării acestui proces fiziologic, obiectivul cercetărilor noastre a fost studierea acțiunii Coriocenului asupra scroafelor normogalactice în vederea menținerii și normalizării lactopoiezei. Am făcut această opțiune deoarece Coriocenul, empiric, este folosit cu succes în practica medical-veterinară pentru stimularea lactației la mai multe ferme de porcine din republică. De asemenea, deținem date concrete care confirmă că acest produs nu manifestă acțiuni adverse sau efecte nefavorabile. Rămăneau necunoscute însă mecanismele prin care acționează acest produs farmaceutic original.

Pentru a evalua acțiunea Coriocenului asupra lactopoiezei, inițial, până la administrare, și ulterior zilnic (o dată în zi), până la finele experienței, purceii de la fiecare scroafă au fost cântăriți înainte și după alăptare, calculând în așa mod cât lapte a supt fiecare progenitură și, evident, cât lapte revine fiecărui purcel în parte. Rezultatele acestor investigații sunt prezentate în figura 2. După cum se observă, inițial, până la administrare, scroafele din ambele loturi au secretat o cantitate de lapte caracteristică pentru perioada de debut a lactației, deși scroafele din lotul experimental au produs cu 66 ml lapte mai mult decât cele din lotul martor. La scroafele din lotul experimental, în serul sanguin se conținea de asemenea mai multă prolactină decât la cele din lotul martor, ceea ce denotă, o dată în plus, rolul prolactinemiei în reglarea galactopoiezei. În următoarele trei zile după administrarea Coriocenului, cantitatea de lapte produsă de scroafele din ambele loturi a oscilat în limite mici, manifestând tendința de creștere la animalele din lotul martor și tendința

de diminuare, urmată de creștere, ambele nesemnificative, la scroafele tratate cu Coriocen. Însă după a 3-a zi de la administrare, la aceste scroafe s-a constatat o creștere spectaculoasă a conținutului de prolactină din ser (fig. 1.) și, în paralel, o creștere graduală la fel de spectaculoasă a galactopoiezei. Deși la scroafele din lotul martor producția de lapte a crescut în continuare gradual, diferența dintre lotul experimental și lotul martor a rămas semnificativ mare în favoarea celor dintâi până la sfârșitul investigațiilor.

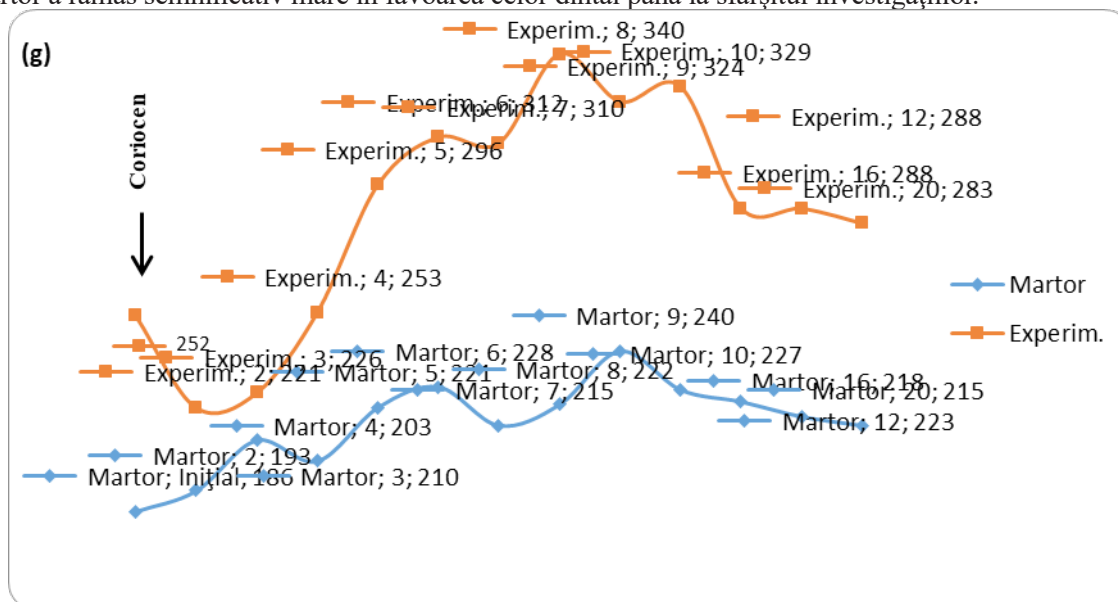


Figura 2. Cinetica lactopoiezei

Așadar, rezultatele cercetărilor noastre confirmă, fără echivoc, că preparatul Coriocen, administrat scroafelor parturiente normogalactice în perioada de debut a lactației, induce o creștere importantă a galactopoiezei. Începând cu a 3-a zi după administrare, diferența privind cantitatea de lapte produsă de scroafele din lotul experimental față de cele din lotul martor a devenit semnificativ mai mare și s-a menținut la acest nivel până la sfârșitul experienței. Important de menționat, creșterea galactopoiezei s-a produs pe fundalul creșterii prolactinemiei, ceea ce subliniază rolul prolactinei în reglarea galactopoiezei la această specie de animale.

Progeniturile din ambele loturi (experimental și martor) au fost supravegheate pe tot parcursul experienței. După cum se vede din tabelul 3, în lotul I (martor) au fost inițial 53 de purcei cu masa corporală medie pe lot de 1075 g. Pe parcursul experienței, starea generală a purceilor din acest lot nu s-a deosebit prin nimic de cea a purceilor din lotul experimental. Scroafele alăptau sistematic purceii și erau foarte grijulii față de ei. Deși acestora le revenea, în medie la un tain de alăptare, cu 8 g lapte mai puțin față de purceii din lotul II (experimental), această cantitate era totuși suficientă, deoarece purceii, după fiecare alăptare, mereu dormeau sau se jucau în jurul scroafelor. Din acest lot au fost înțărcați 50 de purcei (94,3%). Trei purcei au fost striviți de scroafe în primele zile după parturiție.

Tabelul 3. Caracteristica progeniturii în loturile cu scroafe sănătoase sub acțiunea Coriocenului

Loturi	N	Născuți		Înțărcați			Masa corporală medie a unui purcel (g)		Sporul zilnic (g)
		Total	În mediu la scroafă	Total	În mediu la scroafă	%	Inițial	La a 20-a zi	
I Martor	5	53	10,6	50	10,0	94,3	1075 ± 10,4	3554 ± 47,0	124
II Experimental	5	51	10,2	49	9,8	96	1086 ± 31,0	3793 ± 54,0	135

La începutul experienței, scroafele din lotul II (experimental) aveau în total 51 de purcei (cu doi mai puțini față de lotul martor). Însă acești purcei cântăreau cu 11 g mai mult decât cei din lotul martor. Purceii erau vioi, sugeau mameloanele cu plăcere, iar după alăptare se jucau între ei prin boxă sau dormeau. Aveau mucoasele aparente de culoare roz pală, lucioase, actul de defecare și urinare decurgând normal. În perioada în care au fost supravegheați, la un tain de alăptare fiecare purcel a supt, în medie, cu 8 g

lapte mai mult, sporul zilnic fiind de 135 g, și era cu 11 g mai mare în comparație cu lotul martor. Din lotul experimental au supraviețuit 49 de purcei sau 96% din numărul purceilor care erau în prima zi de experiență. Doi purcei au fost striviți de către scroafe. La a 20-a zi de cercetare, purceii din lotul experimental au cântărit, în medie, cu 239 g mai mult decât cei din lotul martor.

CONCLUZII

A fost studiată acțiunea Coriocenului asupra scroafelor parturiente normogalactice în perioada de debut a lactației. În acest scop, inițial, până la administrarea produsului farmaceutic, și în următoarele 20 de zile au fost evaluate starea generală și indicii clinici de bază, indicii morfologici în sânge, prolactinemia, galactopoieza și evoluția (dezvoltarea) progeniturilor.

Nivelul de prolactină în serul sangvin la scroafele din lotul experimental la a 3-a zi după administrarea Coriocenului a crescut semnificativ (cu 140,7 mUI/l) față de nivelul înregistrat la scroafele din lotul martor și s-a menținut la un nivel mai înalt timp de 15 zile.

Producția de lapte a scroafelor după administrarea Coriocenului, evaluată prin metoda gravimetrică, a manifestat o creștere semnificativă față de indicele înregistrat la scroafele din lotul martor, menținându-se până la sfârșitul experienței. Creșterea galactopoiezei sub acțiunea Coriocenului s-a produs pe fundalul creșterii prolactinемiei ($T = 0,62$).

Coriocenul, administrat scroafelor parturiente normogalactice în perioada de debut a lactației, a influențat pozitiv și asupra progeniturilor. La sfârșitul experienței, în lotul experimental au supraviețuit cu 1,7% mai mulți purcei, iar masa corporală a unui animal a fost, în medie, cu 239 g mai mare decât în lotul martor.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. FARMER, C. (2016). Altering prolactin concentrations in sows. In: Domestic animal endocrinology, vol. 56, pp.155-164. DOI 10.1016/j.domaniend.2015.11.005.
2. ГОЛБАН, Д.М., РЕЙЛЯН, Н.С. (1990). Новые тканевые препараты для ветеринарных целей В: Новые препараты в ветеринарии: сб. науч. тр. Кишинев, с. 4-11.
3. ГОЛБАН, Д.М., БАЛАНЕСКУ, С. (1990). Тканевой препарат хориоцен в сочетании с дилудином и альфа-токоферолом профилактирует молозивный токсикоз у поросят. В: Новые препараты в ветеринарии: сб. науч. тр. Кишинев, с. 9-11.
4. GHERHARIU, S., GIURGIU, G., MUSCĂ, M. (1997). Elemente de patologie nutrițională și metabolică la animale. Cluj-Napoca: Jenesis. 369 p.
5. HOLBAN, D.M., BALANESCU, S.D. (1992). Factori de risc pentru toxicoza colostrală la purcei. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova, vol. 2, pp. 58-61.
6. ILLMANN, G., GOUMON, S., ŠIMECKOVA, M., LESZKOWOVÁ, I. (2019). Effect of crate opening from day 3 postpartum to weaning on nursing and suckling behaviour in domestic pigs. In: Animal, vol. 13(9), pp. 2018-2024. DOI 10.1017/S1751731118003750.
7. MADEJ, A., BRANDT, Y., EINARSSON, S. (2009). Endocrine dynamics associated with follicle development in pigs: a review. In: Animal Reproduction, vol. 6, no 1, pp.135-143. ISSN 1984-3143.
8. ONCEAN, M., VLASIU, A. et.al. (2013). Assessment of milkproduction in lactating pic sows. In: Prospects for the 3rd Millennium Agriculture: 12th Intern. Symp., USAMV, Cluj-Napoca, 26-28 Sept. 2013: book of abstracts, vol. 2, pp.173-175.
9. PATTERSON, J.L., SMIT, S., NOVAC, A.P. et al. (2011). Restricted feed intake in lactating primiparous sows. I. Effects on sow metabolic state and subsequent reproductive performance. In: Reproduction, fertility and development, vol. 23(7), pp. 889-898. ISSN 1031-3613.
10. ШАТОХІН, П.П. (2014). Вплив тканинного препарату «Хоріоцен» на показники еритроцитопоезу у підсисних свиноматок та збереженість поросят-сисунів. У: Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Серія Ветеринарна медицина, вип. 7, с. 73-79.
11. ШАТОХІН, П.П., СУПРУНЕНКО, К.В., КАРИШЕВА, Л.П. (2016). Вплив «Хоріоцену» на деякі біохімічні показники крові у підсисних свиноматок. У: Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 4, с. 102-105. ISSN 2415-3354.
12. СЛЕЦКАЯ, О.Б. (2016). Динамика содержания пролактина в сыворотке крови свиноматок при развитии серозного мастита. В: Ученые записки Витебской ордена «Знак Почета» гос. академии ветеринарной медицины, т. 52. ISSN 2078-0109.
13. VLASIU, A., ONCEAN, M., et al. (2012). Monitoring therisks of some physiologic factors of lactasion în pic

- sow s on thehealth of suckling piglets. In: Scientific works, USAMV Bucharest. Series C Veterinary Medicine, vol. LVIII (3), pp. 260-269. ISSN 1222-5304.
14. YANG, H., PETTIGREW, L.J., JOHNSTON, L.J. et al. (2000). Lactational and Subsequent Reproductive Responses of Lactating Sows to Dietary Lysine (Protein) Concentration. In: Journal of Animal Science, vol. 78(2), pp. 348-357. DOI 10.2527/2000.782348x.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

GURDIȘ Viorica  <https://orcid.org/0000-002-1296-3125>
asistent universitar, catedra Clinici I, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat
din Moldova
E-mail: wwwvictoria@mail.ru

Data prezentării articolului: 06.04.2020

Data acceptării articolului: 05.06.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3911625

CZU: 619:616-099-02:636.4

STATUSUL CLINIC AL SCROAFELOR POST-PARTUM ȘI UNII MARKERI AI INTOXICAȚIEI ENDOGENE LA PURCEII CU SINDROM DIAREIC

Savva BALANESCU

Abstract. The investigations conducted on 4 lots of gestating and parturient sows and their progeny have been aimed to determine the risk factors that lead to the occurrence of toxicosis in the sows-mothers and, as a consequence, cause toxic gastroenteropathy in new-born piglets. Clinical examination included the determination of the general status (body temperature, cardiac and respiratory frequency, behaviour, etc.) and the detailed investigation of the functional state of digestive, cardiovascular and urinary systems. Since the first days after parturition the sows kept in industrial complexes showed a subfebrility state, in some cases the maximum limit reaching the level of $39,9 \pm 0,263^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,05$). If the rectal temperature is over $39,5^{\circ}\text{C}$ the sows are considered as sick and need an urgent treatment. In the majority of sows there were obvious changes in electrocardiophysiological activity of myocardium (T wave was triangular shaped and was reaching a size of 0,6-0,8 mv) which is typical for toxicosis. Paraclinic investigations demonstrated the presence of essential changes concerning the endogenous intoxication markers in the piglets with colostrum toxicosis. The content of medium-weight molecules in the blood serum of these piglets was by 41,07% higher compared with their healthy congeners ($M \pm m = 18,17 \pm 0,23$ u/c and $12,88 \pm 0,31$ u/c respectively); $p < 0,001$, the content of necrotic substances – by 52,5% higher ($M \pm m = 1,83 \pm 0,14$ c/u and $1,2 \pm 0,22$ c/u, respectively; $p < 0,05$), while the carnosine content was reduced by 12% ($M \pm m = 78,35 \pm 3,15$ $\mu\text{mol/L}$ and $M \pm m = 99,13 \pm 4,6$ $\mu\text{mol/L}$, respectively; $p < 0,01$).

Key words: Sows; Clinical parameters; Endogenous intoxication; Sucking piglets; Diarrhoea.

Rezumat. Investigațiile efectuate pe 4 loturi de scroafe gestante și parturiente și progeniturile lor au avut drept scop determinarea factorilor de risc, care duc la instalarea stării de toxicoză la scroafa-mamă și, în consecință, provoacă îmbolnăvirea purceilor nou-născuți de gastroenteropatie toxică. Examenul clinic a inclus determinarea stării generale (temperatura corporală, frecvența cardiacă și respiratorie, comportamentul etc.) și investigarea detaliată a stării funcționale a sistemului digestiv, cardiovascular și urinar. Din primele zile după parturiție, la scroafele întreținute în complexe industriale s-a constatat o stare de febrilitate, în unele cazuri limita maximală atingând nivelul de $39,9 \pm 0,263^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,05$). Scroafele care prezintă temperatură rectală peste $39,5^{\circ}\text{C}$ sunt considerate bolnave și necesită tratament de urgență. La majoritatea scroafelor au existat modificări evidente ale activității electrocardiografice a miocardului (unda T avea forma triunghiulară și atingea o dimensiune de 0,6-0,8 mv), ceea ce este tipic pentru toxicoză. Investigațiile paraclinice au demonstrat prezența la purceii cu toxicoză colostrălă a unor modificări esențiale privind markerii intoxicației endogene. Conținutul de molecule cu masă medie în serul sanguin la acești purcei, față de congenerii lor sănătoși, s-a majorat cu 41,07% ($M \pm m = 18,17 \pm 0,23$ u/c și $12,88 \pm 0,31$ u/c, respectiv; $p < 0,0010$), conținutul de substanțe necrotice – cu 52,5% ($M \pm m = 1,83 \pm 0,14$ u/c și $1,2 \pm 0,22$ u/c, respectiv; $p < 0,05$), iar conținutul de carnozină s-a micșorat cu 12% ($M \pm m = 78,35 \pm 3,15$ $\mu\text{mol/L}$ și $M \pm m = 99,13 \pm 4,6$ $\mu\text{mol/L}$, respectiv; $p < 0,01$).

Cuvinte-cheie: Scroafe; Status clinic; Intoxicație endogenă; Purcei sugari; Diaree.

INTRODUCERE

În cercetările noastre anterioare (Balanescu, S. 1988; 1994; 2018) am demonstrat că, în condiții de complex cu tehnologie industrială, sindromul diareic apare din prima sau a doua zi post-partum.

Deși îmbolnăvirile sunt semnalate în toate sistemele de exploatare, impactul economic cel mai grav este resimțit în sistemul industrial de creștere (Holban, D. 1984; Coțarev, V. et al. 2011; Хлопницкий, В.П. 2014). Îmbolnăvirile digestive întâlnite la purcei în perioada postnatală sunt cauzate de un șir de factori etiologici determinanți și favorizanți. Chiardacă circumstanțele etiopatogenetice de apariție a sindromului de diaree neonatală (SDN) se cunosc bine, măsurile de profilaxie au, de cele mai multe ori, o eficiență modestă (Урбан, В.П., Найманов, И.Л. 1984; Голбан, Д. И др. 1987; Карпуть, И. М. 2009; Mircean, M. 2011).

Faptul că cel mai des se îmbolnăvesc purceii nou-născuți demonstrează că factorii etiologici acționează încă din perioada de dezvoltare embrionară (Holban, D. 1985, 2000; Radonstits, O.M. et al. 2006).

Majoritatea sindroamelor enterice survin într-un cadru etiopatogenetic mai larg, dar unii autori, precum S. Ghergariu (1995), M. Mircean (2016), consideră că aceste sindroame au o exprimare clinică bine conturată. Sindromul de diaree neonatală poate fi caracterizat ca o veritabilă urgență medicală și,

în funcție de gravitatea manifestărilor clinice, poate avea caracter de urgență de grup (Карпуть, И.М., 2009; Ghergariu S. et al. 1996; 2000; Solcan, Gh. et al. 2005).

În condiții practice de teren, stabilirea unui diagnostic pozitiv și aplicarea unui tratament eficace la un număr mare de pacienți reprezintă un impediment serios în calea realizării unui protocol medical-veterinar de calitate (Brăslășu, C. 2010; Mircean, M. 2011; 2016). Din acest motiv, în vederea micșorării pierderilor, se impune elaborarea unui șir de măsuri preventive care să poată fi aplicate ulterior cu maximă eficiență (Голбан, Д. 1984, 2017; Mircean, M. 2016; Balanescu, S. 2018).

Scopul acestei cercetări a fost determinarea factorilor de risc, în special a afecțiunilor puerperale, care includ diferite forme de mastită, metrite și/sau agalaxie sau forma asociată, care poartă denumirea de sindromul metrită-mastită-agalaxie (MMA); hepatozile, cardiopatiile, care duc la instalarea stării de toxicoză la scroafa mamă și, în consecință, provoacă îmbolnăvirea de gastroenteropatie toxică a purceilor nou-născuți.

MATERIALE ȘI METODE

Investigațiile științifice pentru evidențierea statusului clinic și a modificărilor indicilor de bază ai electrocardiografiei s-au efectuat pe 4 loturi de scroafe adulte gestante și parturiente, întreținute în condiții de complex (tehnologie industrială). În prima cercetare, scroafele au fost divizate în două loturi similare a câte 20 de animale. Animalele din primul lot (martor) erau clinic sănătoase, iar cele din lotul doi (experimental) erau cu afecțiuni puerperale (sindromul MMA). În vederea aprecierii influenței posibilor factori de risc asupra stării de sănătate a scroafelor a fost evaluată cinetica statusului clinic pe parcursul a 10 zile (zilele 1-10 post-partum), dimineața și seara.

Cu scopul de a determina starea de sănătate a scroafelor au fost înregistrați și calculați indicii electrocardiografici la 25 de scroafe post-partum, începând cu a 2-10-a zi.

Au fost investigate 16 scroafe parturiente cu sindromul MMA și progeniturile lor (101 purcei nou-născuți), care s-au îmbolnăvit de toxicoză colostrală în primele zile de viață. Examenul clinic al animalelor investigate a inclus determinarea stării generale (temperatura corporală, frecvența cardiacă și respiratorie, comportamentul etc.) și investigarea detaliată a stării funcționale a sistemului digestiv, cardiovascular și urinar. Concomitent au fost efectuate investigații clinice și paraclinice la 5 purcei cu toxicoză colostrală și la 5 purcei sănătoși, de aceeași vârstă, obținuți de la scroafe sănătoase. În acest scop, de la purcei au fost prelevate probe de sânge. În ser au fost determinați indicii marker ai intoxicației endogene – cantitatea de molecule cu masă medie (MMM), cantitatea de substanțe necrotice (SN) și de carnozina.

Animalele din toate loturile au fost întreținute în aceeași hală, condițiile de microclimat, igienă, alimentație, adăpare și asistență veterinară fiind identice, în conformitate cu tehnologia aplicată la ferma de suine în cauză.

Analiza statistică a datelor experimentale s-a efectuat folosind criteriile parametrice după Student. Rezultatele au fost exprimate cu medii $\pm$ eroare standard. Pragul de semnificație este $P < 0,01-0,05$.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele obținute privind determinarea unor indici clinici – temperatura corporală ($^{\circ}\text{C}$), frecvența respirației (mișcări/minut) – pe parcursul primelor 10 zile după parturiție, zilnic, dimineața și seara, sunt prezentate în tabelul 1. Rezultatele au demonstrat că, în primele zile după parturiție, la scroafele întreținute în complexe industriale se constată o stare de subfebrilitate.

Temperatura corporală medie la scroafele clinic sănătoase s-a aflat la limita superioară a normelor fiziologice pentru această specie. O tendință de creștere a temperaturii corporale s-a înregistrat în a 2-3-a zi post-partum, până la $41,1^{\circ}\text{C}$, la scroafele cu sindromul MMA. Unii autori (Serebreacov, V., Lesciova, N., Plesacova, 2009; Popovici, M. et al. 2014) consideră că prin monitorizarea zilnică a temperaturii interne în primele zile după parturiție este posibilă diagnosticarea sindromului MMA. Scroafele care prezintă temperatura rectală peste $39,5^{\circ}\text{C}$ sunt considerate bolnave și necesită un tratament imediat.

După datele obținute de S. Balanescu (1988), la scroafele întreținute în condiții tradiționale s-a constatat o tendință de majorare a temperaturii interne (rectale), însă cu valori mai mari în primele 3 zile ($38,4-39,9^{\circ}\text{C}$), adică în perioada postnatală, când se petrece evoluția în organele genitale. În acest caz e important ca medicul veterinar să ia la timp o atitudine corectă privind stabilirea diagnosticului pozitiv.

Valori ridicate ale cineticii temperaturii corporale la scroafele cu sindromul MMA se mențin și în a 4-5-a zi ($39,7 \pm 136$ °C), fiind statistic înalt semnificative ($P \leq 0,01$). Din a 6-9-a zi temperatura corporală la scroafe scade sub nivelul de $39,2-39,3$ °C ($P < 0,05$).

Tabelul 1. *Cinetica temperaturii corporale și a frecvenței respiratorii la scroafele cu sindrom MMA*

Termen de cercetare zi	Statistica indicilor	Frecvența respirației, min.		Temperatura corpului, °C	
		sănătos	bolnav	sănătos	bolnav
2-3	n	10	16	10	15
	M $\pm$ m	15,9 $\pm$ 0,785	32,1 $\pm$ 2,803	39,1 $\pm$ 0,209	39,9 $\pm$ 0,263
	P	<0,001	-	-	<0,05
	lim.	10-18	14-60	38,3-40,0	38,5-41,1
4-5	n	10	22	10	22
	M $\pm$ m	16,09 $\pm$ 1,709	41,5 $\pm$ 2,364	39,05 $\pm$ 0,131	39,7 $\pm$ 0,136
	P	<0,001	-	-	<0,01
	lim.	12-30	22-60	38,4-39,6	38,7-40,6
6-7	n	10	15	10	15
	M $\pm$ m	15,3 $\pm$ 0,775	33,6 $\pm$ 4,518	39,1 $\pm$ 0,129	39,2 $\pm$ 0,076
	P	<0,01	-	-	<0,05
	lim.	12-20	14-84	38,6-39,6	38,8-39,6
8-9	n	10	21	10	22
	M $\pm$ m	16,9 $\pm$ 1,366	31,0 $\pm$ 1,545	39,04 $\pm$ 0,117	39,3 $\pm$ 0,085
	P	<0,001	-	-	>0,05
	lim.	12-26	24-50	38,5-39,5	38,8-40,0

În comunicări recente (Balanesu S., Holban D. 2012; Коцарев В.Н., Боев В.Ю. 2011), cercetătorii vorbesc despre o înaltă incidență a afecțiunilor puerperale – endometrită catarală purulentă la 52,9% din scroafe și MMA la 17,6%.

S-a stabilit că prezența bolilor puerperale (endometrită, mastită, agalaxie sau MMA) constituie un factor etiopatologic principal în declanșarea disfuncțiilor gastrointestinale la purceii sugari, legate de diminuarea secreției de lapte la scroafe (Holban, D. 1984; 2003). Unii cercetători (Коцарев, В.Н., Боев, В.Ю. 2011; Хлопницкий, В.П., Шумский, Н.И. 2014) afirmă că bolile puerperale se declanșează mai ales în caz de disfuncții metabolice sau când se atestă scăderea rezistenței nespecifice, diminuarea contracțiilor uterine, pătrunderea și dezvoltarea florei patogene la nivel de uter și glandă mamară.

Din conținutul uterului/vaginului de la scroafe cu afecțiuni puerperale (endometrită catarală purulentă) au fost izolate culturi patogene: *Sal. Choleraesuis*, *Enterococcus faecalis*, *E. Coli*, *Eitrobacter diversus* (Хлопницкий, В.П., Шумский, Н.И. 2014).

Cercetările efectuate pe parcursul anilor 1991-2016 în complexe de suine cu tehnologie industrială au demonstrat o descreștere a morbidității la scroafele aflate în secția de parturiție. S-a constatat că, pe tot parcursul lactației (1-28 sau 1-42 zile) și în funcție de tehnologia folosită, din 251 de scroafe parturiente, au fost diagnosticate cu coprostază 31 de scroafe (coeficientul de corelație $r=0,54$), iar cu stări puerperale – 28 animale ($r=0,6$); ceea ce ne demonstrează o corelație statistică pozitivă (Balanesu, S. 2019).

Specialiștii Н. Полянцев, Е. Ушакова (2007) consideră că toate recomandările privind combaterea sindromului MMA adesea nu iau în calcul etiopatogeneza acestui sindrom. Cele mai multe recomandări cu caracter curativ nu sunt orientate spre lichidarea factorului decisiv în declanșarea bolii, dar spre lupta cu complicațiile obținute. Cercetările noastre au demonstrat că e necesar de studiat toată multitudinea de factori ocazionali, predispozanți etc. (Balanesu, S. 2014).

La a 10-a zi post-partum, temperatura corporală a scroafelor revine la limita fiziologică de $39,3$ °C. În această perioadă scad considerabil și afecțiunile gastrointestinale (diareea) la nou-născuți.

Cinetica frecvenței respirației la scroafele parturiente întreținute în condiții de complex și ferme cu tehnologie tradițională este prezentată în tabelul 1. Conform datelor obținute, acest indice are o dinamică variabilă în funcție de anotimp. O tahipnee ridicată s-a observat la scroafele lactante întreținute în condiții cu tehnologie tradițională. Aceasta s-ar putea datora faptului că în adăposturi nu funcționează sistemul de ventilare obligatorie, iar ventilarea naturală în zilele calde nu este suficientă.

În condiții de complex (tehnologie industrială), unde există sistemul de ventilare obligatorie, în lunile de vară de asemenea se pot înregistra temperaturi ridicate în încăperi, ceea ce provoacă intensificarea frecvenței respiratorii la scroafe până la 50-60 mișcări/minut.

Cu toate acestea, așa cum arată datele din tabelul 1, la un număr considerabil de scroafe se observă intensificarea frecvenței respiratorii în primele zile după parturiție, cu o tendință mai evidentă în primele 3 zile. E important de atenționat faptul că frecvența respiratorie a fost înaltă chiar și în lunile de iarnă, când a atins 50-70 respirații/minut (Balanescu, C. 1988). În același timp, în majoritatea cazurilor s-a înregistrat și un nivel mai ridicat al temperaturii corporale. Începând cu zilele 7-8 post-partum, frecvența respiratorie a scăzut și a ajuns la valori ale limitei fiziologice normale în a zecea zi (tab. 1).

Cu scopul de a determina starea de sănătate a scroafelor au fost înregistrați și calculați indicii electrocardiografiei (ECG) la 25 de scroafe lactante în perioada 2-10 zile post-partum.

Tabelul 2. Indicii de bază al ECG la scroafe în lactație

Indicii	U n	M±m	Σ (sigma)	lim
Durată:				
Interval P – Q	secunde 25	0,12 ± 0,005	0,0240	0,06 – 0,18
Complex QRS	secunde 25	0,057 ± 0,002	0,0084	0,04 – 0,07
Interval R – R	secunde 25	0,58 ± 0,030	0,1491	0,44 – 0,88
Segmentul QRST	secunde 25	0,27 ± 0,021	0,1023	0,20 – 0,31
Interval T – P	secunde 25	0,26 ± 0,003	0,1516	0,10 – 0,80
Contrațiile cardiace (bătăi/min.)	secunde 25	104 ± 3,798	18,609	79 – 136
Indicele sistolic (%)	secunde 25	46 ± 1,432	1,4324	36 – 65

Indicii ECG apreciați au demonstrat că, la majoritatea scroafelor întreținute în condiții de complex, activitatea electrofiziologică a miocardului suferă modificări esențiale, cum ar fi modificările de conducere la nivel de atriu și ventricul. E cunoscut că activitatea de pompă a inimii este asigurată de emiterea ritmică, la nivelul țesutului excito-conductor, a unui impuls electric care este condus la miocard și urmat de contracția acestuia. În mod normal, impulsurile electrice iau naștere în nodul sinusal și au o frecvență care variază în funcție de specie, rasă și vârstă (Brăslășu, C. M. 2011).

Durata intervalului P–Q și a complexului QRS a atins, la unele scroafe, 0,16-0,18 s și, respectiv, 0,06-0,07 s. La alte scroafe situația a fost inversă, impulsul electric de excitație intraventricular în interiorul atriilor fiind accelerat, cu valorile indicilor în cauză de 0,06-0,08s și, respectiv, 0,04 s. În unele electrocardiograme, tot complexul QRST a prezentat o undă adâncă sau s-a observat formarea complexului dat și devierea segmentului ST de la linia izoelectrică. Concomitent s-a înregistrat o accelerare a ritmului de contracții cardiace până la 110-130 contracții/minut (tahicardie) și creștere a indicelui sistolic până la 55-65%. Cele mai evidente modificări s-au constatat în partea ce ține de unda T. În multe electrocardiograme, în derivațiile 2 și 3, unda T a luat o formă triunghiulară și a atins mărimea de 0,6-0,8 mv-T. Aceste modificări sunt caracteristice unei stări de toxicoză (Holban, D., Balanescu, S., Cociu, V.1987).

Rezultatele obținute denotă faptul că aprecierea statusului clinic la scroafe în perioada post-partum este importantă în stabilirea unui diagnostic precoce privind prezența stărilor puerperale. Scroafele care prezintă hipertermie în primele 2-3 zile post-partum, la un nivel de 39,3-39,9°C, sunt considerate bolnave și necesită tratament de urgență. În caz de cardiopatii la scroafe, diagnosticul precis va fi stabilit prin electrocardiografie.

Cercetările noastre precedente (Balanescu, S. 2018) au confirmat importanța factorilor de risc în ceea ce privește instalarea toxicozei colostrale sau a sindromului de diaree neonatală la purceii nou-născuți. Afecțiunile majore corelate de cele mai dese ori cu provocarea toxicozei colostrale la purcei sunt: tulburările puerperale subclinice – r=0,5; distociile (durata fătării de peste 5 ore și 30 min.) – r=0,3; constipațiile – r=0,35; mastitele – r=0,5; anemia toxică – r=0,69; hipoglicemia – r=0,24.

Conform rezultatelor obținute, scroafele cu MMA au manifestat abateri precum diminuarea poftei de mâncare, subfebrilitate, indiferență față de progenitură, hiperemia vulvei și a glandei mamare, scurgeri vaginale purulente. Purceii slăbeau progresiv, aveau tegumentele insalubre și părul horipilat. Pofta de mâncare era diminuată, sugeau lapte lent, fără să manifeste plăcere, apoi se dădeau la o parte, manifestând o stare de vomitură, care trecea în vomă. În plus, purceii manifestau tenesme de diaree. În continuare animalele se deshidratau, ochii deveneau lipsiți de luciu, cufundați în orbite, extremitățile erau reci, aveau conjunctivă și mucoase aparente uscate și cianotice. Pe acest fundal, în scurt timp, se institua insuficiență cardiacă ce evolua spre starea de șoc mixt (hipovolemie și distributiv) și exitus. Investigațiile paraclinice au demonstrat prezența la purceii cu toxicoză colostră a unor modificări esențiale privind markerii into-

xicației endogene. Conținutul de MMM în serul sanguin la acești purcei, față de congengerii lor sănătoși, s-a majorat cu 41,07% ($M\pm m=18,17\pm 0,23$ u/c și $12,88\pm 0,31$ u/c, respectiv; $p<0,0010$), iar conținutul de SN – cu 52,5% ($M\pm m=1,83\pm 0,14$ u/c și $1,2\pm 0,22$ u/c, respectiv; $p<0,05$). Conținutul de carnozina s-a micșorat cu 12% ($M\pm m=78,35\pm 3,15$ $\mu\text{mol/L}$ și $M\pm m=99,13\pm 4,6$ $\mu\text{mol/L}$, respectiv; $p<0,01$).

Tabelul 3. Evoluția unor parametri hematologici la purceii cu sindrom diareic

Indicii	Lot de animale			
		n	$M\pm m$	P
Hemoglobină (g/L)	I – clinic sănătoși	5	$74,3\pm 0,614$	$1,2<0,05$
	II – forma ușoară	5	$76,0\pm 1,900$	$1,3>0,01$ $1,4>0,001$
	III – forma moderată	9	$98,5\pm 5,79$	$2,3<0,01$ $2,4<0,001$
	IV – forma gravă	5	$97,6\pm 1,10$	$3,4>0,05$
Hematocrit (%)	I – clinic sănătoși	5	$32,0\pm 2,00$	$1,2>0,05$
	II – forma ușoară	5	$37,3\pm 2,37$	$1,3>0,05$ $1,4>0,05$
	III – forma moderată	9	$36,5\pm 1,52$	$2,3>0,05$ $2,4>0,05$
	IV – forma gravă	5	$36,0\pm 1,42$	$3,4>0,05$
Eritrocite $10^{12}/L$	I – clinic sănătoși	5	$4,98\pm 0,129$	$1,2>0,05$
	II – forma ușoară	5	$5,23\pm 2,030$	$1,3<0,05$ $1,4<0,001$
	III – forma moderată	9	$5,62\pm 0,222$	$2,3>0,05$ $2,4>0,05$
	IV – forma gravă	5	$6,075\pm 0,475$	$3,4>0,05$
Indicele de culoare	I – clinic sănătoși	5	$0,98\pm 0,120$	$1,2>0,05$
	II – forma ușoară	5	$0,94\pm 0,116$	$1,3>0,05$ $1,4>0,05$
	III – forma moderată	9	$1,13\pm 0,119$	$2,3>0,05$ $2,4>0,05$
	IV – forma gravă	5	$1,05\pm 0,130$	$3,4>0,05$
Concentrația medie al Hb în eritrocite (PI)	I – clinic sănătoși	5	$15,07\pm 0,51$	$1,2>0,05$
	II – forma ușoară	5	$14,51\pm 0,63$	$1,3<0,05$ $1,4>0,05$
	III – forma moderată	9	$17,44\pm 0,44$	$2,3<0,01$ $2,4>0,01$
	IV – forma gravă	5	$16,05\pm 0,42$	$3,4<0,05$

Notă: * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,01$

În probele de sânge colectate în faza de exprimare deplină a semnelor de boală se constată majorarea cantității de hemoglobină cu 23,7 g/l, a numărului de eritrocite cu $0,639\times 10^{12}$ ($p<0,01$ și $<0,05$), a valorilor hematocritului cu 4,5%, a valorilor indicelui de culoare cu 0,13%, ceea ce demonstrează instalarea hemoconcentrației și a sindromului de exicoză evidentă.

În serul sanguin colectat de la purceii bolnavi (forma medie/moderată), în comparație cu cei sănătoși, s-a constatat un nivel enzimatic ridicat pentru ALT – $1,770\pm 0,228$ mmol/C/L ($P<0,01$). Și nivelul activității AST s-a dovedit a fi înalt – $1,190\pm 0,132$ mmol/C/L, față de $1,200\pm 0,063$ mmol/C/L. Diferența dintre loturi este autentică ($P<0,05$).

Cercetările noastre au urmărit de asemenea cum se modifică nivelul de proteină totală din serul sanguin al purceilor în funcție de forma clinică de manifestare a sindromului de diaree neonatală. Rezulta-

tele obținute sunt prezentate în tabelul 4, din care se constată că la purceii din lotul I, clinic sănătoși, și la cei din lotul III, cu forma moderată a bolii, în serul sanguin se conținea $64,5 \pm 0,281$ și, respectiv, $67,7$ g/l de proteină totală, diferența dintre loturi fiind nesemnificativă ($P_{1,3} < 0,05$).

La animalele din lotul martor s-a constatat o creștere a nivelului glicemiei, care a constituit $2,400 \pm 0,482$ mmol/l, față de $1,01 \pm 0,295$ mmol/l, adică de 2,37 ori mai mult față de purceii din al treilea lot, afectați cu formă moderată a sindromului de diaree neonatală. Rezultatele obținute și corelate cu datele din literatura de specialitate demonstrează faptul că este necesar de a studia în continuare multitudinea de factori care pot acționa negativ asupra stării de sănătate a scroafelor și progeniturilor acestora.

Tabelul 4. Indicii biochimici la purceii afectați cu SDN

Indicii	Lot de animale	Indicatori statistici		
		n	M $\pm$ m	P
Proteina totală g/l	I clinic sănătoși II formă ușoară III formă moderată IV formă gravă	5	$64,5 \pm 0,281$	$1,2 < 0,05$ *
		5	$59,4 \pm 0,839$	$1,3 > 0,05$
		9	$67,7 \pm 2,950$	$1,4 > 0,05$
				$2,3 < 0,02$ *
		5	$66,9 \pm 2,520$	$2,4 < 0,05$ **
ALT μ mol/oră l	I II III IV	5	$0,945 \pm 0,256$	$3,4 > 0,05$
		5	$0,530 \pm 0,133$	$1,2 > 0,05$
		9	$1,770 \pm 0,298$	$1,3 > 0,05$
		5	$1,650 \pm 0,171$	$1,4 > 0,05$
				$2,3 < 0,01$ **
AST mmol/oră l	I II III IV	5	$1,200 \pm 0,063$	$2,4 < 0,001$ ***
		5	$1,220 \pm 0,190$	$3,4 > 0,05$
		9	$1,190 \pm 0,132$	$1,2 > 0,05$
		5	$1,380 \pm 0,287$	$1,3 > 0,05$
				$1,4 > 0,05$
Glucosa mmol/l	I II III IV	5	$2,400 \pm 0,482$	$2,3 > 0,05$
		7	$1,043 \pm 0,205$	$2,4 > 0,05$
		5	$1,011 \pm 0,295$	$3,4 > 0,05$
		7	$1,003 \pm 0,081$	$1,2 < 0,05$ *
				$1,3 < 0,05$ *

Notă: * - $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

CONCLUZII

Din primele zile după parturiție, la scroafele întreținute în complexe industriale s-a constatat o stare de subfebrilitate, în unele cazuri limita maximală atingând nivelul de $39,9 \pm 0,263^\circ\text{C}$ ($P < 0,05$).

Scroafele care prezintă temperatura rectală peste $39,5^\circ\text{C}$ sunt considerate bolnave și necesită tratament de urgență.

Indicii ECG apreciați au demonstrat că majoritatea scroafelor întreținute în condiții de complex au suferit modificări esențiale ale activității electrofiziologice a miocardului.

S-au constatat modificări evidente ale undei T, care a căpătat o formă triunghiulară și a atins valori de 0,6-0,8 mv, ceea ce este specific unei stări de toxicoză.

Aceste modificări ale markerilor intoxicației endogene denotă intensificarea proceselor catabolice și activarea reacțiilor oxidative, cu formarea de radicali liberi în organism, pe fundalul diminuării funcției antitoxice a ficatului.

Sindromul de diaree neonatală este caracterizat, clinic, prin manifestări generale precum apatie, adinamie, anorexie, descărcări diareice, iar paraclinic – prin hemoconcentrație, acidoză metabolică, hipoglicemie și majorare ($P < 0,05$) a activității transaminazelor ALT, AST.

Măsurile de profilaxie a patologiei digestive la purceii sugari trebuie orientate atât spre menținerea la

nivel corespunzător a indicilor de igienă și de alimentație la scroafele gestante și în lactație, cât și spre asigurarea confortului igienic și nutrițional pentru purcei.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BALANESCU, S. (2019). Factori de risc în declanșarea sindromului de diaree prenatală și neonatală la purceii sugari. In: *Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova*, vol. 54: Medicină veterinară, pp. 140-146. ISBN 978-9975-64-310-8.
2. BALANESCU, S. (2018). Factori de risc al sindromului de diaree neonatală la purceii sugari. In: *Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova*, vol. 49: Medicină veterinară, pp. 62-67. ISBN 978-9975-64-298-9.
3. BALANESCU, S. (1994). Profilaxia toxicozei colostrale la purcei și viței. In: *20 ani de învățământ superior medical veterinar în Republica Moldova: tezele conf. jubiliare*, pp. 44-45.
4. BALANESCU, S., HOLBAN, D., BALANESCU, Diana, VOINIȚCHI, E. (2012). The organic Selenium (Sel-Plex) and Bio-Mos probiotic, action on pregnant on prevention of neonatal diarrhea in piglets. In: *Lucrări științifice, USAMV Iași. Seria Medicină Veterinară*, vol. 55(1), pp. 225-231. ISSN 1454-7406.
5. BRĂSLAȘU, C.M. (2010). *Gastroenterologie veterinară*. București. 464 p. ISBN 978-973-7639-20-2.
6. FALCĂ, C., CIORBA, Gh. (2005). *Tehnici de examinare clinică și paraclinică la animale*. Ed. a 2-a, Timișoara: Mirton, 516 p.
7. GHERGARIU, S. (1995). *Bazele patologiei medicale a animalelor*. Vol. I. București: ALL. 371 p.
8. GHERGARIU, S., GIURGIU, G., MUSCĂ, M. (1998). *Elemente de patologie nutrițională și metabolică la animale*. Cluj-Napoca: Jenesis, 369 p.
9. ГОЛБАН, Д., БАЛАНЕСКУ, С., КОЧУ, В. (1987). Применение природных и синтетических антиоксидантов с целью профилактики желудочно-кишечных болезней новорожденного молодняка. В: *Вопросы интенсификации и научно обоснованного ветеринарного обслуживания пром-го животноводства: тезисы, доклады, конф. Кишинев*, с.64-65.
10. MIRCEAN, M. (2011). *Patologie medicală veterinară*. Cluj-Napoca: Jenesis. 320 p.
11. MIRCEAN, M. (2016). *Patologie medicală veterinară*. Cluj-Napoca: Risoprint. 224 p. ISBN 978-973-53-1797-3.
12. ПОРОВИЦИ, М., ПОРОВИЦИ, А. (2014). Studii privind terapia sindromului MMA la scroafe. In: *Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova*, vol. 40: Medicina veterinară, pp. 238-241. ISBN 978-9975-64-263-7.
13. СЕРЕБРЯКОВ, В., ЛЕЩОВА, Н., ПЛЯШАКОВА, В. (2009). Этиология послеродового синдрома метрит-мастит-агалаксия. В: *Патология продуктивных и непродуктивных животных, рыб и птиц: материалы 8-й межрег.науч.-практич. конф. Омск*, 2009.
14. SOLCAN, Gh., BOGHIAN, V., ROLLIN, F. (2005). *Patologie și clinică medicală veterinară*. Iași: Ed. Ion Ionescu de la Brad. 296 p. ISBN 973-7921-61-5.
15. БАЛАНЕСКУ, С. (1988). Молозевный токсикоз поросят: автореф.дис. ... канд. ветеринарных наук. Москва. 16 с.
16. ГОЛБАН, Д. (1984). Гастроэнтеропатии поросят: автореф.дис. ... д-р ветеринарных наук. Москва. 26 с.
17. КАРПУТЬ, И.М., БАБИНА, М.П., ПРИТЫЧЕНКО, А.В., БАБИНА, Т.В. (2009). Микробные препараты в повышение резистентности и профилактике болезней молодняка. In: *35 ani de învățământ superior medical veterinar din Republica Moldova: simp. ști. intern. Chișinău*, pp. 115-119. ISBN 978-9975-4044-6-4.
18. КОЦАРЕВ, В.Н., БОЕВ, В.Ю. (2011). *Терапия и профилактика послеродовых болезней у свиноматок*. В: *Свиноводство*, № 4, с.57-59. ISSN0039-713X.
19. ХЛОПНИЦКИЙ, В.П., ШУМСКИЙ, М.И. (2014). Ветеринарный контроле в цехе опороса-зачат хозяйственного долголетия свиноматок, высокой плодовитости и многоплодия. В: *Свиноводство*, № 4, с. 55-57. ISSN0039-713X.
20. УРБАН, В.П., НАЙМАНОВ, И.Л. (1984). *Болезни молодняка в промышленном животноводстве*. Москва: Колос. 207 с.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

BALANESCU Savva

Doctor în științe medical-veterinare, conferențiar universitar, Departamentul I, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: savva-balanescu@mail.ru

Data prezentării articolului: 13.03.2020

Data acceptării articolului: 05.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3911629

CZU : 619:616.995.122.21:636.32/.38

MODIFICĂRILE MORFOLOGICE ÎN FASCILOZA OVINELOR

Nicolae NAFORNIȚA

Abstract. The study was conducted between December 2017 and May 2019. Ten sheep bodies aged between 12 months and 5 years, from the Tsigai and Turcana breeds were subjected to necropsy examination. Seven of the sheep's bodies presented at the necropsy exam showed liver injury, expressed by diffuse hepatitis and interstitial fibrous hepatitis (fibrosis, sclerosis, pseudocirrosis). At the necropsy examination, along with the hepatic lesions we highlighted the presence of *F. hepatica* in a very high number. The changes of the hepatic parenchyma are complex both from the morphopathological and histological point of view, as well from the standpoint of the extension surface, being expressed by circulatory changes, dystrophies, hypertrophies and inflammatory processes of eosinophilic or lymphohistiocitary type, with the development of severe fibrosis processes, especially in the case of repeated reinvasions. Repeatedly infested sheep, even when performing repeated antiparasitic treatments, end in death due to severe morphological changes in the liver. For these reasons, the fasciolosis is one of the most serious for this species of animals

Key words: Sheep; *Fasciola hepatica*; Liver; Tissular injury; Necropsy; Biliary duct.

Rezumat. Studiul s-a realizat în perioada decembrie 2017–mai 2019. Examenului necropsic au fost supuse 10 cadavre de oi, cu vârstă cuprinsă între 12 luni și 5 ani, din rasele Țigai și Țurcană. Șapte dintre ovinele necropsiate au prezentat leziuni la nivelul ficatului, exprimate prin hepatită difuză și hepatită fibroasă interstițială (fibrozare, sclerozare, pseudociroză). La secționarea și examinarea parenchimului hepatic s-a constatat prezența formelor parazitare de *Fasciola hepatica* într-un număr foarte mare. Modificările parenchimului hepatic sunt complexe atât din punct de vedere morfopatologic și histologic, cât și după suprafața de extindere, fiind exprimate prin modificări circulatorii, distrofii, hipertrofii și procese inflamatorii de tip eozinofilic sau limfohistiocitar, cu derularea unor procese severe de fibrozare, mai cu seamă în cazul unor invazii repetate. Chiar și după efectuarea unor tratamente antiparazitare, ovinele infestate repetat sfârșesc murind, având în vedere modificările severe de ordin morfologic ale ficatului. Din aceste considerente, fascioloza este una dintre cele mai grave boli pentru această specie de animale.

Cuvinte-cheie: Ovine; *Fasciola hepatica*; Ficat; Leziune tisulară; Necropsie; Canal biliar.

INTRODUCERE

Fascioloza la ovine reprezintă una dintre cele mai grave boli la această specie de animale. Este o maladie parazitară produsă de trematodele cu localizare hepatobiliară *Fasciola hepatica*, frecvent întâlnită în Europa, Asia, America (Müller, G. 2007). Arealul de răspândire al parazitozei este în strânsă corelație cu prezența gazdei intermediare, gasteropodele acvatice din genul *Lymnaea*, rumegătoarele servind drept gazde definitive (Constantin, N. et al. 2014; Cozma, V. et al. 2010). Din punct de vedere economic, pierderile sunt cauzate de morbiditatea și mortalitatea ridicată, de sacrificările de necesitate intervenite și tulburările grave în reproducerea ovinelor, manifestate prin dereglări ale ciclului estral și provocare de avorturi (Constantin, N. et al. 2014; Ahmedullah, F. et al. 2007; Fiss, L. et al. 2012).

În condițiile țării noastre, boala este cauzată de *Fasciola hepatica*, un trematod foliaceu cu lungimea de 2-3 cm și lățimea de 0,8-1,3 cm. În stadiul adult, formele parazitare se observă localizate liber sau fixate pe pereții canalelor biliare. De regulă, fasciolele se localizează în canalele biliare din zonele centrală și medie ale lobulilor hepatici, iar în infestațiile masive sau în cazul reinvaziei se găsesc și în canalele biliare de la periferia acestora (Cozma, V. et al. 2010; Olariu-Jurcă, A., Ciulan, V. et al. 2018).

În unele cazuri, plămânii, splina, țesutul conjunctiv subcutanat seros sau țesutul conjunctiv intermuscular devin localizări eratice ale formelor parazitare (Constantin, N. et al. 2014; Dărăbuș, Gh. et al. 2013).

La ovine, cazurile de reinfestare sau superinfestare în condiții naturale sunt, de regulă, foarte dese, aspect esențial ce explică producerea unor modificări foarte severe la organismul invadat, imprimând ficatului un aspect de mozaic (marmorat). În situațiile de invazie repetată, leziunile hepatitei traumatiche hemoragice se suprapun pe modificările morfologice tisulare cronice deja existente, provocate de invaziile anterioare: angiocolite și fibrozări (cirozări). În cazul unor forme acute de boală este posibilă și identificarea formelor tinere și mature de paraziți pe același organ examinat (Constantin, N. 2014; Dărăbuș, Gh. et al. 2013; Nafornița, N., Cercel, I. 2018). În funcție de numărul de metacercari ingerați, fascioloza poate debuta subclinic, supraacut, acut, subacut sau cronic. Formele supraacute, acute și subacute se manifestă, în primul rând, prin modificările anatomopatologice mecanice cauzate de acțiunea simultană a unui număr de 500-1000 larve aflate în migrare prin parenchimul hepatic (Boray, J. 1967;

Müller, G. 2007; Olariu-Jurcă, A., Ciulan, V. et al. 2018).

Forma cronică apare în cazul migrării paraziților adulți la nivelul ductelor biliare, unde provoacă colangită, obstrucție biliară și fibrozare (Müller, G. 2007; Ахмедрабаданов, X.A. 2010; Cozma, V. et al. 2010; Dărăbuș, Gh. et al. 2013). Experimental, forma cronică de fascioloză la ovine s-a provocat prin ingerarea a 400-500 de metacercari (Boray, J. 1967; Müller, G. 2007; Ahmedullah, F. et al. 2007).

Ficatul este considerat un organ central al organismului, unde au loc majoritatea proceselor patologice fundamentale în situațiile de deviere de la normal: diverse tipuri de distrofie, tulburări de circulație sangvină, limfatică sau inflamație, procese care se observă macroscopic sau microscopic pe acest organ (Müller, G. 2007; Ахмедрабаданов, X.A. 2010; Olariu-Jurcă, A., Ciulan, V. 2018).

După unii cercetători, fibroza hepatică, în cazul fasciolozei, și hiperplazia canalelor biliare apar din cauza prolinei secretate de formele parazitare (Boray, J. 1967; Müller, G. 2007; Constantin, N. et al. 2014). O altă grupă de cercetători, fără a nega teoria de mai sus, consideră totuși că fenomenele de hiperplazie sunt provocate de mai mulți factori induși de paraziți, inclusiv de iritațiile mecanice și antigenele lor (Dărăbuș, Gh. et al. 2013; Cozma, V. et al. 2010; Ахмедрабаданов, X.A. 2010).

Leziunile hepatice la ovine influențează în final tot organismul, ducând la reducerea producției de lapte, carne, lână, dar și la creșterea mortalității (Ахмедрабаданов, X.A. 2010; Cozma, V. et al. 2010; Dărăbuș, Gh. et al. 2014; Ahmedullah, F. et al. 2007).

Scopul studiului a constat în evidențierea leziunilor organice macroscopice și, în special, a celor microscopice ale țesuturilor în ficat, pentru stabilirea unui diagnostic histopatologic în fascioloza ovinelor, în cazul unei invazii naturale.

MATERIALE ȘI METODE

Studiul nostru s-a axat pe efectuarea examenului necropsic la 10 cadavre de ovine în perioada decembrie 2017–mai 2019. Ovinele pierite au avut vârsta între 12 luni și 5 ani, fiind din rasa Țigaie și Țurcană și provenind din diferite regiuni ale Republicii Moldova: Glodeni, Fălești (Nord), Cimișlia (Sud), Anenii-Noi, Orhei (Centru). Din totalul cadavrelor examinate, la șapte cazuri s-au identificat leziuni hepatice, manifestate prin hepatită fibroasă difuză sau interstițială. Modificările patologice s-au exteriorizat prin prezența unor linii de infiltrație albicioase pe suprafața neregulată, boselată a ficatului, prin accentuarea aspectului lobular al organului și decolorarea parenchimului hepatic. La secționarea ficatului s-a constatat o rezistență din partea țesutului hepatic și s-a auzit un sunet de *scârțâit* metalic. După secționare, în canalele biliare centrale și medii au fost depistate cantități impresionante de fasciole.

De la cadavrele cu leziuni caracteristice invaziei cu trematode au fost recoltate probe de țesut cu dimensiunile de 1,5-2,5 cm, care conțineau fragmente de ficat aparent sănătos și cu modificări vizibile. Probele biologice colectate au fost fixate pentru 48 de ore în soluție de formaldehidă de 10% (formalină) tamponată, apoi prelucrate prin metoda includerii la parafină (procesor Leica TP 1020, Germany) și secționate longitudinal (microtom RM 2235, Leica, Germany), la o grosime de 5 μm. Secțiunile au fost colorate prin metoda Tricromic Masson și examinate cu un microscop fonic (Leica DM 1000, Germany), pentru captarea imaginilor utilizându-se o cameră histologică digitală (Leica de 5 mpx, full HD, Germany) și softul LAS, versiunea 2016.

Prelucrarea probelor, pregătirea preparatelor histopatologice și examinarea lor s-a efectuat în Laboratorul de Morfopatologie și Histopatologie Animală din cadrul Facultății de Medicină Veterinară a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, România.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Din totalul celor 10 cadavre necropsiate în perioadă decembrie 2017–mai 2019, în 7 cazuri s-a demonstrat existența leziunilor hepatice caracteristice și prezența a *Fasciola hepatica* într-un număr mare în lumenul canalelor biliare. Modificările identificate au motivat decizia noastră de a efectua și un examen histologic pentru confirmarea diagnosticului morfopatologic conturat în timpul efectuării necropsiilor, deoarece simpla prezență a *F. hepatica* nu explică neapărat boala care a avut un efect fatal asupra ovinelor.

La examenul extern al cadavrelor, trei dintre ele s-au dovedit a fi în stare bună de întreținere, iar patru cadavre au prezentat o stare de întreținere nesatisfăcătoare, fiind caectice, cu mucoase aparent galbene,

edeme declive în regiunile submandibulară și ventrală ale toracelui și abdomenului, cu piele uscată, lâna mată și friabilă. La deschiderea cadavrelor, edemele caectice s-au depistat în țesutul conjunctiv la nivelul colului uterin și ventral, în regiunea toracică și abdominală (fig. 1).

În timpul examenului intern al cadavrelor cu stare de întreținere bună, în cavitatea abdominală s-a depistat o cantitate considerabilă de lichid de culoare roșie (aproximativ 0,6 litri), cu cheaguri de sânge, peritoneul fiind de culoare alb-roșietic, mat – exudat serohemoragic (peritonită serohemoragică). Cadavrele cu stare de întreținere nesatisfăcătoare au prezentat în cavitatea abdominală cantități de aproximativ 1,0-1,1 litri de lichid de culoare citrină, cu peritoneul alb-fumuriu, mat – transudat (ascită). În plus, la aceste cadavre s-au depistat și cantități mici de exudat serofibrin în cavitatea toracică și pericard.

La examenul macroscopic al cadavrelor de ovine au mai fost observate și modificări structurale ale ficatului ce țin de mărime, formă, culoare, aspect pe suprafață și pe secțiune, consistență etc. Capsula Glisson a organului prezintă o suprafață neregulată, boselată, infiltrată de traiecte și ramificații de culoare albă, cu aspect diseminat sau cu creștere nodulară, semne ale cirozei atrofice (fig. 2).

În trei dintre cazurile studiate, la examenul macroscopic al ficatului acesta apare mărit, de culoare cafeniu-gălbui, cu capsula Glisson îngroșată, neregulată din cauza prezenței unor traiecte distructive, de culoare roșie: canalele de migrație și tumefacție nodulară. La secționarea organului se identifică aceeași nuanță de culoare și un aspect ciuruit, canalicular al parenchimului, cu prezența unor cantități semnificative de fasciole tinere pe suprafața de secționare (fig. 3). Aspectul acestor leziuni indică diagnosticul prezumtiv de hepatită hemoragică și/sau hemoragico-necrotică, iar în situații mai tardive – de hepatită fibroasă interstițială.

La examenul microscopic, în probele recoltate de la aceste cadavre s-au observat următoarele modificări tisulare caracteristice: îngroșarea capsulei hepatice, hiperplazia fibrelor de precolagen și de collagen din parenchimul hepatic, al capsulei și din pereții vaselor sangvine – *perihepatită* și *perivascularită fibroasă* (fig. 4). Aceste modificări tisulare indică consecința răspunsului ficatului la acțiunea mecanică și distructivă a formelor tinere ale parazitului, care perforază capsula organului, sau a procesului inflamator care se declanșează în urma migrației fasciolelor imature prin parenchimul hepatic.

La examinarea unor câmpuri microscopice din secțiunile histologice căpătate de la aceste trei cadavre s-a constatat fibrozarea pereților canalelor biliare și prezența a *F. hepatica* în lumenul lor, precum și niște focare hemoragice, cauzate de distrugerea cordoanelor hepatice (Remark) și a capilarelor sinusoide în urma migrației formelor parazitare prin parenchimul hepatic (fig. 5). Hemoragiile și/sau focarele hemoragico-necrotice în unele zone din parenchimul hepatic alternează cu zone de infiltrație eozinofilică și limfohistioplasmocitară. Aceste zone de infiltrație sunt primele reacții ale gazdei la acțiunea distructivă, iritantă și toxică a parazitului aflat în perioada de migrație prin parenchimul hepatic. Modificările histologice exprimate și identificate definesc, din punct de vedere morfopatologic, fazele supraacută și acută ale bolii parazitare, prin prezența unei hepatite hemoragice și/sau hemoragico-necrotice (fig. 6, 7).

În unii lobi hepatici s-a observat fibrozarea perivasculară și pericanaliculă, cu prezența în lumenul canalului biliar a formelor parazitare de *F. hepatica*, iar în mucoasa canalului biliar – a unor modificări de perivascularită și angiocolită fibroasă (fig. 8). În majoritatea câmpurilor microscopice la acești lobi hepatici, hepatocitele prezintă granulații și vacuole optice goale în citoplasmă, cu/sau fără modificări în nucleu. Canalele biliare manifestă modificări hiperplastice, fibroză și exudat cataral în lumen, în timp ce în spațiul portal-biliar se constată modificări de fibroză perivasculară, hepatoză granulară, angiocolită.

În alte două cazuri, ficatul examinat macroscopic apare crescut în volum, de culoare galben-argilooasă (lutoasă), cu consistență ridicată, iar la secționare se aude un sunet de scârțâit, care este consecința inflamației fibroase și a fibrozei instalate. Canalele biliare sunt mult îngroșate și la secționare de asemenea indică semne de fibrozare, cu prezența unui număr mic de paraziți.

Aceste modificări structurale sugerează debutul unei hepatite fibroase, cu evoluția fazei difuze de fibrozare a parenchimului hepatic, numită incorect și ciroză hepatică.

La examenul microscopic cu obiective în ordine crescătoare (x10, x20, x40) s-a observat hiperplazia fibrelor de reticulină și de collagen în jurul cordoanelor de hepatocite, fenomen observat și în restul parenchimului hepatic. Se observă o hiperplazie a fibrelor conjunctive în spațiul Disse, suprapunerea hepatocitelor însoțită de o atrofie cauzată de compresiunea lor, cu apariția fenomenelor de distrofie,

necrobioză și instalarea necrozei hepatocitelor. Aceste aspecte histopatologice permit stabilirea diagnosticului de hepatită fibroasă difuză și ciroză hipertrofică (fig. 8, 9).

Concomitent, perihepatocitar se observă hiperplazia fibroconjunctivă pe zone mari ale parenchimului lobulului hepatic, steatoza hepatocitelor (prezența a mici vacuole optice goale) și hipertrofia canalului biliar însoțită de fibroză pericanaliculă – ciroză hipertrofică (fig. 10, 11).

În alte două cazuri studiate, examenul macroscopic arată că ficatul este micșorat în volum, cu suprafața neregulată, capsula Glisson este îngroșată și mată, cu diferite nuanțe de culoare, de la galben spre galben-verzui, cu o consistență ridicată. La secționarea organului se aude un sunet de scârțâit și se opune o rezistență considerabilă, modificările fiind atribuite unei ciroze hepatice atrofice.

La examenul microscopic s-au observat punți de fibrozare intralobulară, care au împărțit lobiile hepatice în pseudolobuli, grupuri de cordoane hepatice fără prezența venelor centrolobulare sau cu existența unor vene cu localizare excentrică (fig. 12). În zonele de contact ale cordoanelor Remark, în special în hilul venelor portale, se găsește un infiltrat leucocitar, cu predominarea eozinilor, proces ce se desfășoară pe fundalul unui proces de fibrozare.

Paralel, în interiorul zonei de fibrozare se observă vase sangvine de neoformație, aspect ce sugerează evoluția unei faze active de ciroză agresivă a procesului inflamator (fig. 13).

Aspectele macroscopice și microscopice evidențiate în studiul nostru demonstrează detaliat morfogeneza aspectelor și modificărilor patomorfologice la ficat în diferite faze de evoluție a fasciolozei la ovine, cu reflectarea consecințelor intervenite în întregul organism animal.

CONCLUZII

Modificările hepatice produse de *Fasciola hepatica* la ovinele necropsiate în studiul efectuat sunt complexe atât ca formă, cât și ca întindere, fiind exprimate morfopatologic prin modificări de ordin circulator, prin hipertrofii, distrofii sau procese inflamatorii de natură limfohistiocitară sau fibroasă (ciroză).

Hepatita fibroasă, în focare sau difuză, numită necorespunzător și ciroză, este consecința unor acțiuni de diferită continuitate și intensitate, de natură mecanică, iritativă și toxică, produse de formele parazitare de *F. hepatica*, mai cu seamă în cazul unor reinfestări periodice. Gama mare de modificări morfologice din parenchimul hepatic, care apar și evoluează de-a lungul procesului patologic, se finalizează în organismul ovin prin fibroza hepatică (pseudociroză), iar în caz de invazie repetată – și prin ciroza hepatică, care, în toate cazurile, sfârșește cu moartea animalului, chiar și după tratamentele antiparazitare efectuate.

În același timp, în parenchimul hepatic afectat s-au depistat modificări de ordin circulator, metabolic-hipertrofice, distrofice și de fibrozare de intensitate diferită, cauzate de reinfestările permanente, care favorizează o succesiune periodică a formelor evolutive ale bolii parazitare (starea supraacută, acută, subacută și cronică), exprimată în dinamica morfopatologică prin hemoragie și/sau hepatită necrotico-hemoragică, fibrozare, sclerozare, ciroză atrofică și ciroză hipertrofică.

Identificarea unui caz singular de manifestare a fasciolozei sub formă de hepatită supraacut/acute hemoragică și/sau hemoragic-necrotică sau de hepatită subacută, cronic-fibroasă sau pseudociroză este arbitrară, posibilă numai în caz de fascioloză experimentală, unde posibilitatea de reinfestare și prezența unor condiții optime de biocenoză pentru gazdele intermediare lipsesc.

Leziunile hepatice identificate pe parcursul cercetărilor noastre corespund celor descrise în literatura de specialitate, doar că în cazul nostru infestarea ovinelor s-a făcut în condiții naturale, cu posibilitatea invaziilor repetate, cu agravarea tabloului morfopatologic și a stării generale a organismului animal.

Sindromul patomorfologic divers instalat în fascioloza la ovine se termină, în majoritatea cazurilor, cu moartea gazdei, fapt care face ca această entitate nosologică să fie una dintre cele mai grave boli parazitare pentru această specie de animale.



Figura 1. Cadavre de ovine cu fascioloză



Figura 2. Ficatul ovinelor – aspect atrofic, granular și cu ciroză lobară



Figura 3. Ficat de ovină – evidențierea pe suprafață și pe secțiune a traectelor hemoragice de migrare și a unei cantități apreciabile de fasciole tinere

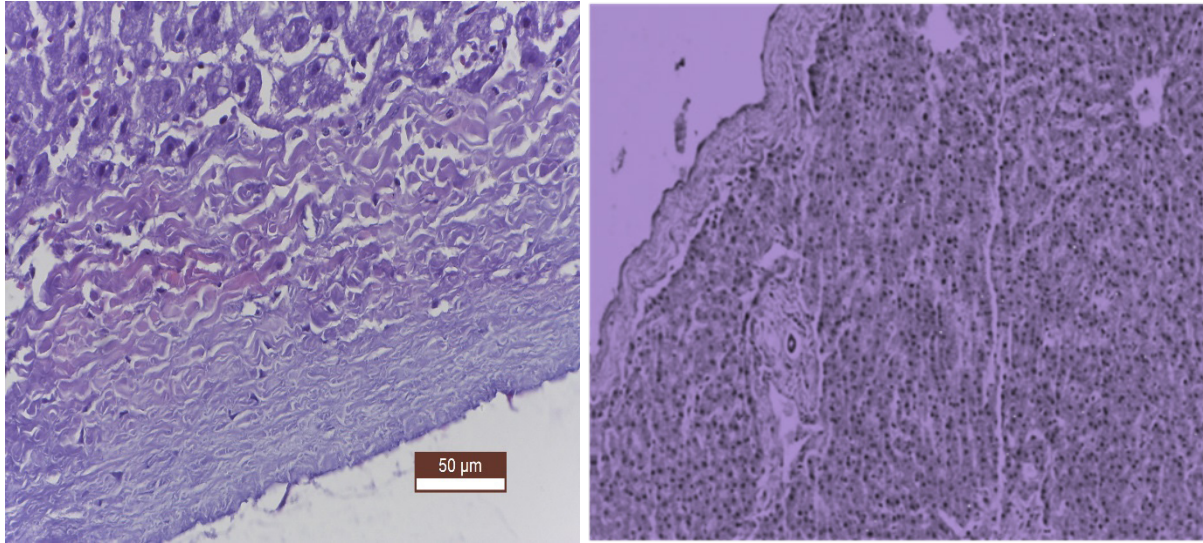


Figura 4. Perihepatita fibroasă și perivascularita: hiperplazia fibrelor de precolagen și collagen din structura capsulelor și a pereților vasculari. Col. Tricromic Masson x50, x40

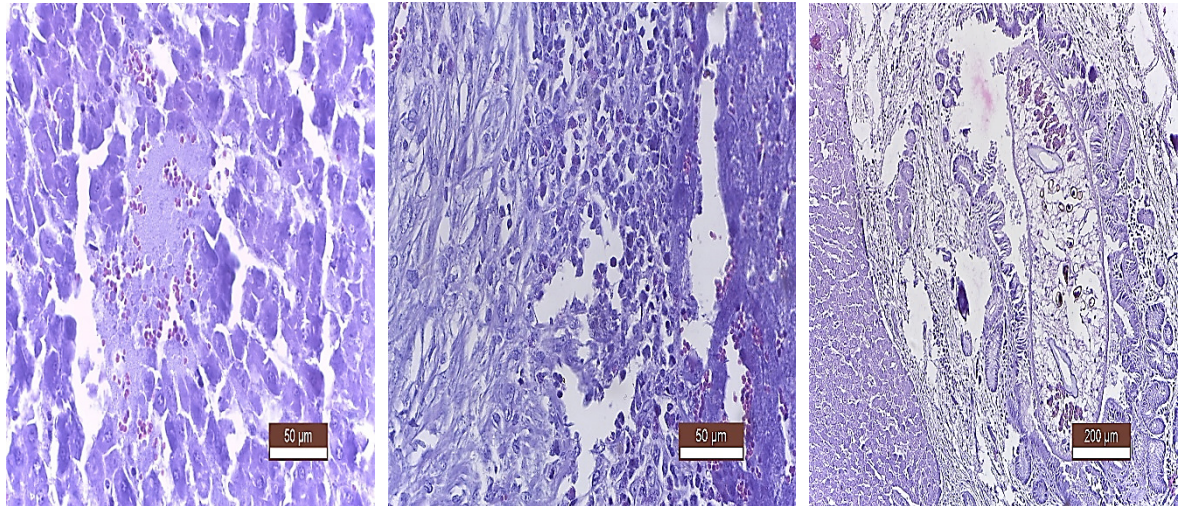


Figura 5. Hepatită hemoragică în focar, zone hemoragice, infiltrare cu celule inflamatorii perifocale și angiololita catarală cu prezența de F. hepatica în lumen. Col. Tricromic Masson

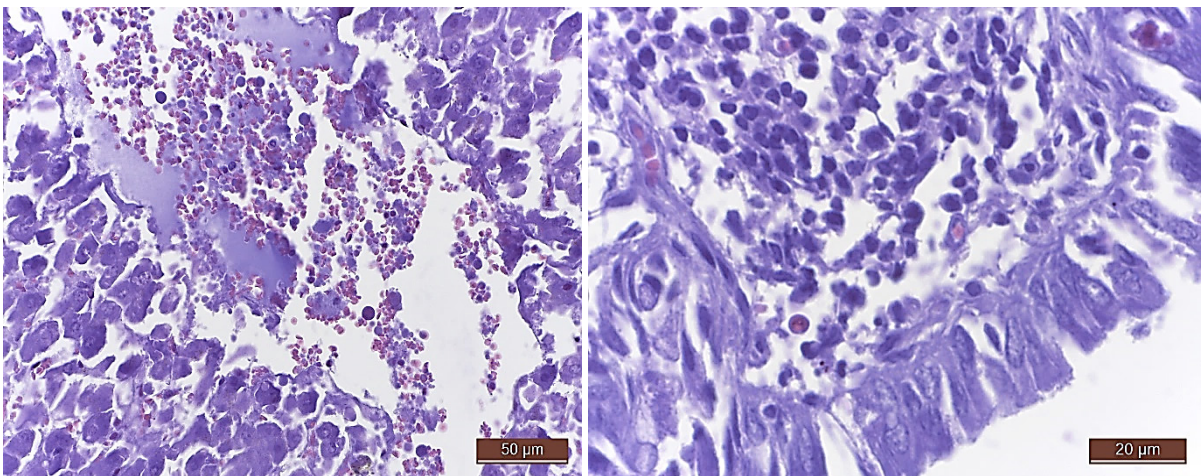


Figura 6. Hepatită hemoragică în focar: zona (canal) hemoragic și infiltrat inflamator celular. Col. Tricromic Masson

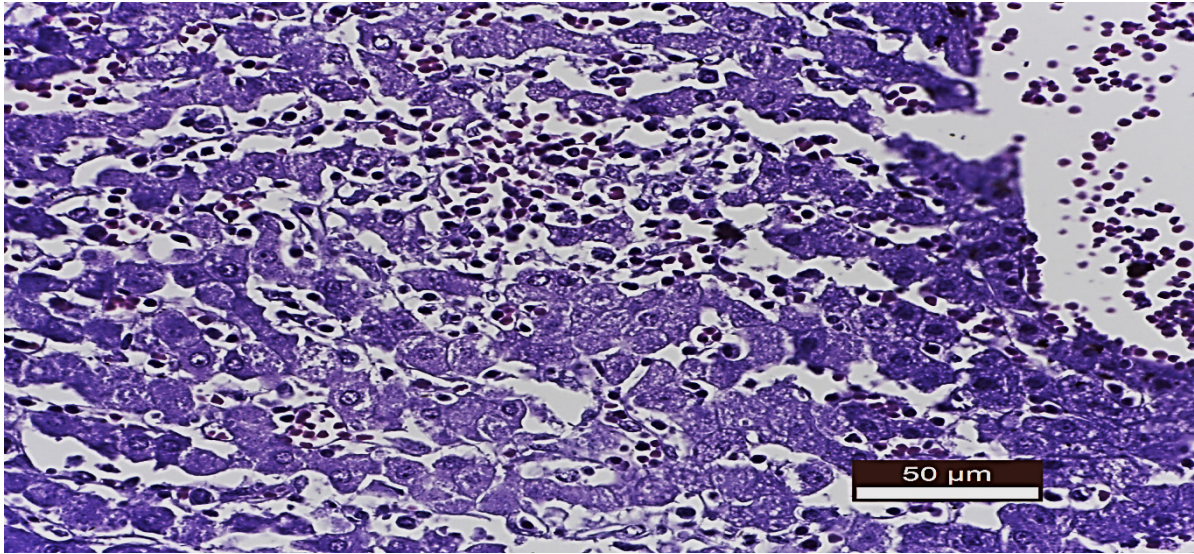


Figura 7. Hepatită hemoragică în focar: evidențierea infiltratului celular inflamator: limfocite, histiocite și numeroase eozinofile. Col. Tricromic Masson

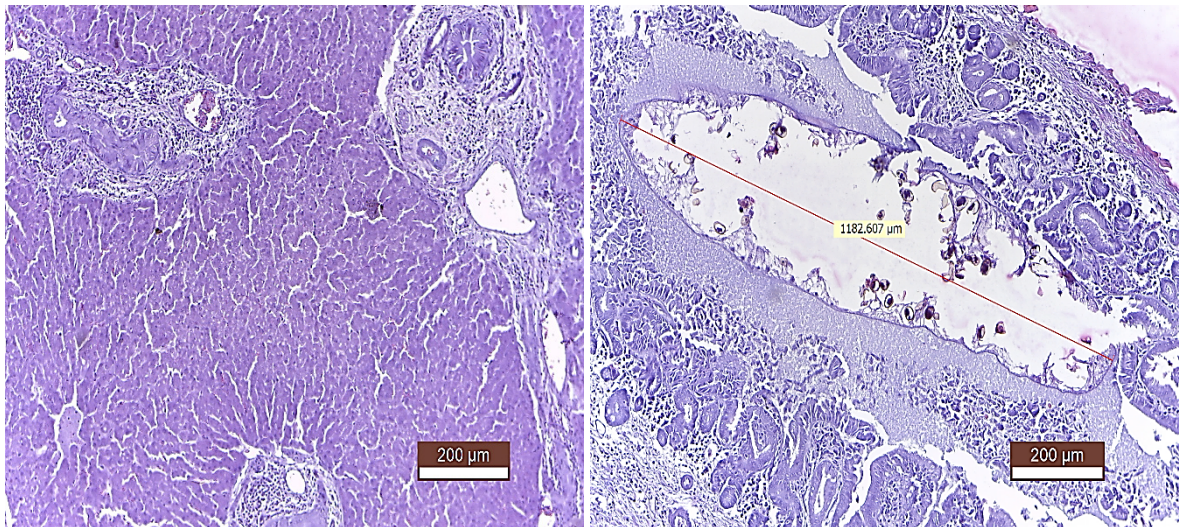


Figura 8. Perivascularită, angiocolite fibroase și *F. hepatica* în lumenul canaliculelor biliare. Col. Tricromic Masson

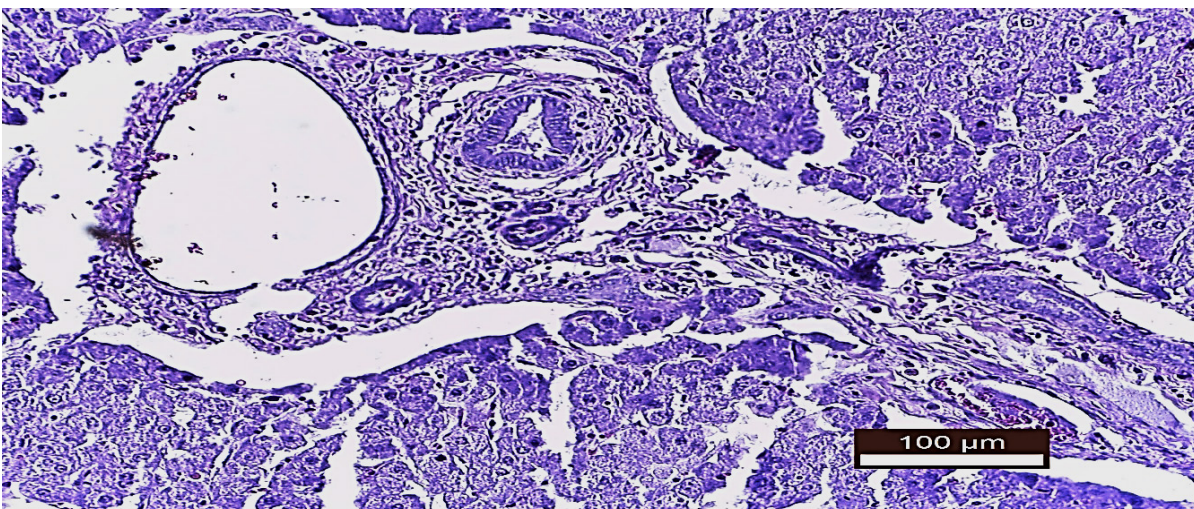


Figura 9. Hepatoză granulară, angiocolită și fibroză perivasculară. Col. Tricromic Masson

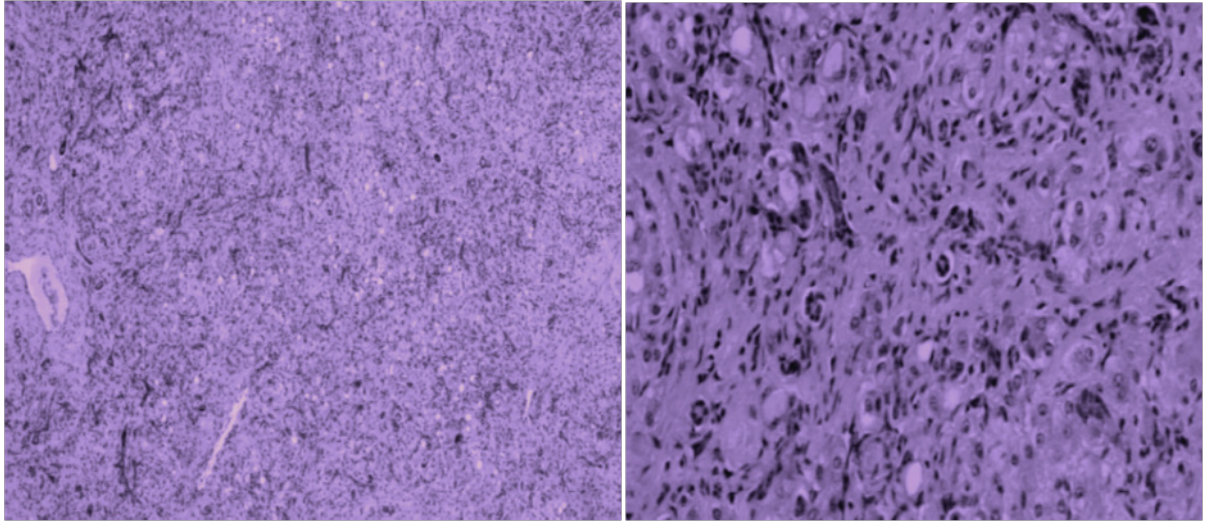


Figura 10. Ciroza hipertrofică: fibrozare intraparenchimală lobară (imagine de ansamblu) și fibroza difuză perihepatocitară (detaliu) Col. Tricromic Masson x10

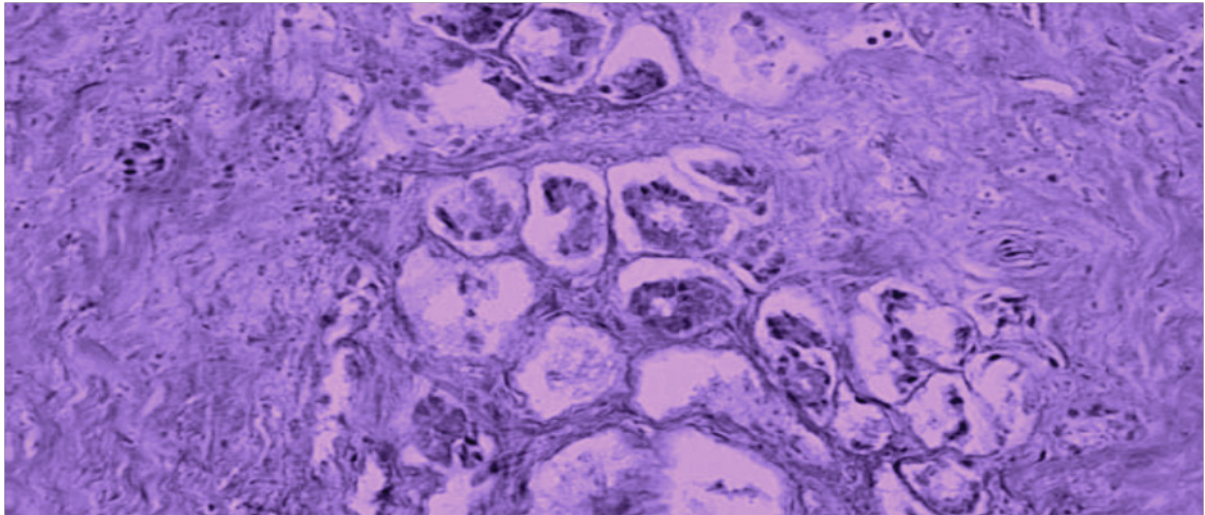


Figura 11. Ciroza hipertrofică: hiperplazia canalului biliar și fibrozare pericanaliculară (detaliu) Col. Tricromic Masson x 40

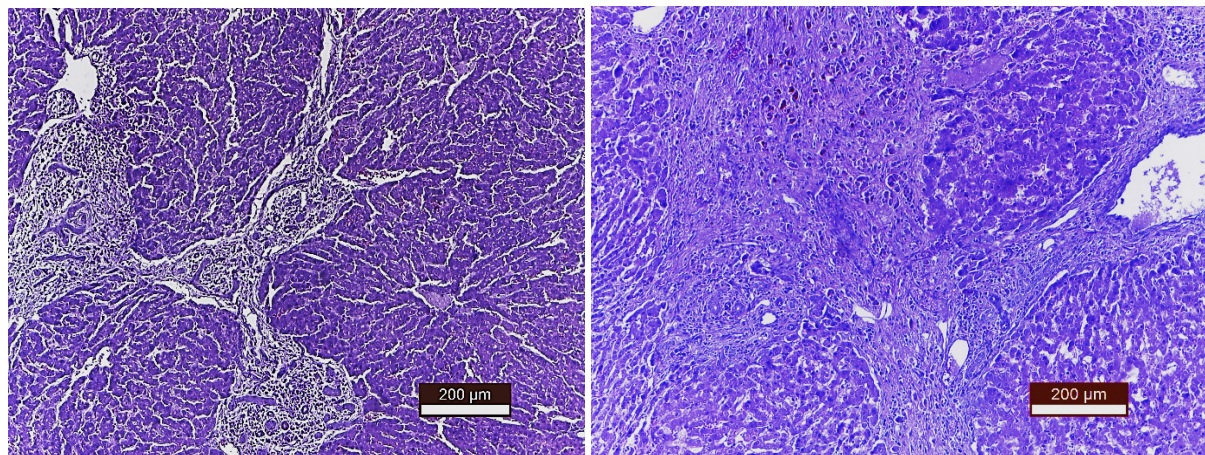


Figura 12. Ciroza atrofică: fibroză masivă perilobulară cu infiltrare predominant leucocitară eozinofilică și lobuli divizați în pseudolobuli în urma fibrozării. Col. Tricromic Masson

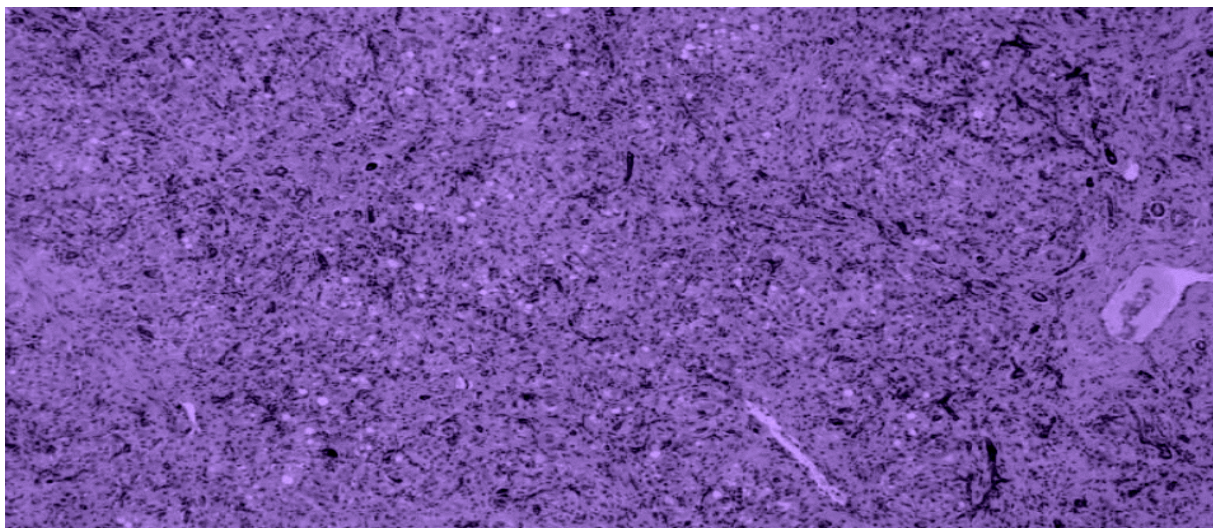


Figura 13. Ciroză agresivă: infiltrare limfohistoplasmatică pe fundal de steatoză și fibroză. Col. Tricromic Masson x 10.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AHMEDULLAH F., AKBOR, M., HAIDER, M. et al. (2007). Pathological investigation of liver of the slaughtered buffaloes in barisal district. In: Bangladesh Journal of Veterinary Medicine, vol. 5(1-2), pp. 81-85. eISSN 2308-0922.
2. BORAY, J.C. (1967). Studies on experimental infection with *Fasciola hepatica*, with particular reference to acute fasciolose in sheep. In: Annals of Tropical Medicine and Parasitology, vol. 61(4), pp. 439-450.
3. CONSTANTIN, N. et al. (2014). Tratat de medicină veterinară: vol. VI. Cluj-Napoca: RisoPrint. 1340 p. ISBN 978-973-53-1152-0.
4. COZMA, Vasile et al. (2010). Ghid de diagnostic parazitologic veterinar. Cluj-Napoca: Risoprint. 196 p. ISBN 978-973-53-0059-3.
5. DĂRĂBUȘ, Gh., OPRESCU, I., MORARIU, S., MEDERLE, N., ILIE, M. (2013). Ghid practic în bolile parazitare: vol. I. Timișoara: Editura Agroprint. 207 p. ISBN: 978-606-8037-25-7.
6. FISS, L., ADRIEN, M., MARCOLONGO-PEREIRA, C. et al. (2012). Subacute and acute fasciolosis in sheep in southern Brazil. In: Parasitology Research, vol. 112 (2), pp. 883-887. doi: 10.1007/s00436-012-3096-2.
7. MÜLLER, G. (2007). Fasciolose. In: Riet-Correa F., Schil A.L., Lemos R.A., Borges J.R. (eds). Doenças de Ruminantes e Equídeos: vol. 1, 3rd edn. Pallotti, Santa Maria, pp 639-650. eISSN 1678-5150.
8. NAFORNIȚA, N., CERCEL, I. (2018). Fascioloza acută și subacută la ovine. Chișinău: UASM. 191 p. ISBN 978-9975-64-298-9.
9. OIARIU-JURCĂ, A. CIULAN, V. et al. (2018). Study of morphological changes in sheep fluke. București: USAMV. In: Scientific Works Veterinary Medicine, vol. I, pp. 75-80. eISSN 2067-3663.
10. АХМЕДРАБАДАНОВ, Х.А. (2010). Структура и взаимоотношения фасциол и дикроцелий в печени овец и крупного рогатого скота при сочетанной инвазии в условиях Дагестана. В: Российский паразитологический журнал, №2, s. 21-23. eISSN: 2541-7843.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

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

Data prezentării articolului: 06.04.2020

Data acceptării articolului: 03.06.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3911645

УДК: 636.237.21.082.13

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ ПО ЛАКТОПРОТЕИНАМ

Татьяна ЛУПОЛОВА, Алла ГАНДЖА, Янина КУЛЕШЕВИЧ

Abstract. Systematic genetic monitoring in populations allows to control the level of genetic diversity, to use the capabilities of marker selection, including the assessment of intra-breed differentiation, the formation of an optimal genealogical structure and selection for heterosis. The article provides information about the genetic structure of the populations of Belarusian Black-and-White cows at the lactoprotein loci *CSN3*, *LALBA*, *BLG*. In two farms at the *LALBA*, *BLG* loci, the most frequently encountered (from 42% to 51%) is the heterozygous genotype AB. At the *CSN3* locus AA homozygotes were predominant (65% – 72%). Alleles had an almost equal frequency – 61% and 62% for *LALBA*^A and 39% – 38% for *LALBA*^B. The frequencies *CSN3*^A and *CSN3*^B had almost the same values – 0.806 – 0.853 and 0.194 – 0.147, respectively. In genetically equilibrium ($\chi^2 < 3.84$) cow populations, the occurrence of the *BLG*^A allele was 0.549 and 0.486, *BLG*^B – 0.451 and 0.514. The average heterozygosity is determined at the level of 39.6% – 43.4%.

Key words: Cattle; Belarusian black-motley breed; Genotype; Polymorphism; Allele; Heterozygosity; Lacto-proteins.

Реферат. Систематический генетический мониторинг в популяциях позволяет контролировать уровень генетического разнообразия, использовать возможности маркерной селекции, включая оценку внутривидовой дифференциации, формирование оптимальной генеалогической структуры и селекцию на гетерозис. В статье приводится информация о генетической структуре популяций белорусских черно-пестрых коров в локусах лактопротеинов *CSN3*, *LALBA*, *BLG*. В двух хозяйствах, в локусах *LALBA*, *BLG* наиболее часто встречаемым – от 42% до 51% является гетерозиготный генотип AB. В локусе *CSN3* преимущественно обладали гомозиготы AA (65 % – 72 %). Аллели имели практически равную частоту – 61 % и 62 % для *LALBA*^A и 39 % – 38 % для *LALBA*^B. Частоты *CSN3*^A и *CSN3*^B имели практически одинаковые значения – 0,806 – 0,853 и 0,194 – 0,147 соответственно. В генетически равновесных ($\chi^2 < 3,84$) популяциях коров, встречаемость аллеля *BLG*^A составила – 0,549 и 0,486, *BLG*^B – 0,451 и 0,514. Средняя гетерозиготность определена на уровне 39,6 % – 43,4 %.

Ключевые слова: Крупный рогатый скот; Белорусская черно-пестрая порода; Генотип; Полиморфизм; Аллель; Гетерозиготность; Лактопротеины.

ВВЕДЕНИЕ

В практике племенной работы для совершенствования животных всё большее применение находят молекулярно-генетические методы. ДНК-маркеры используют в качестве критериев отбора, выявления генетических аномалий, а так же определения степени родства и генетической гетерогенности (Юльметьева, Ю. и др. 2015).

Полиморфизм аллелей генов на уровне ДНК разрешает проводить тестирование аллелей маркерных генов, в том числе, детерминирующих продуктивные признаки, как у молочных коров, так и у быков.

Геномная селекция, основанная на анализе полиморфизма генов лактопротеинов *CSN3*, *BLG*, *LALBA* дает информацию о некоторых показателях молочной продуктивности коров, составе белка и качестве молока, что повышает точность племенной оценки коров (Gengler, N. 2016, Харламов, А.В. и др. 2019).

Немаловажным является поддержание генетической гетерозиготности –генетического разнообразия, которая вызвана адаптационной необходимостью не только в природных, но и в селекционных популяциях. Именно местные породы хорошо адаптированы к условиям климата, кормовой базе и обладают устойчивым иммунитетом к заболеваниям, распространенным на территории республики. Уменьшение генотипического разнообразия ставит на грань риска возникновения возможных будущих адаптаций у крупного рогатого скота. Гетерозиготность популяции является надежной мерой изменчивости, поскольку служит оценкой вероятности того, что два аллеля данного локуса, взятые наугад из генофонда популяции, окажутся различными (Айала, Ф. 1988).

Целью исследования явилось определение генетической структуры популяций коров белорусской черно-пестрой породы в локусах лактопротеинов – *CSN3* (каппа-казеина), *LALBA* (альфа-лактальбумина) и *BLG* (бета-лактоглобулина).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованию подверглись группы животных черно-пестрой породы, филиала «Экспериментальная база «Жодино» Республиканского дочернего унитарного предприятия по племенному делу «Заречье» и «РУСП «Племенной завод «Красная Звезда». Оценка полиморфизма генов *CSN3*, *LALBA* и *BLG* проводилась на базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, методом полимеразной цепной реакции.

Оценка полиморфизма гена каппа-казеина проводилась путем амплификации фрагмента гена *CSN3* с использованием праймеров:

CAS1 5' - ATA GCC AAA TAT ATC CCA ATT CAG T - 3'

CAS2 5' - TTT ATT AAT AAG TCC ATG AAT CTT G - 3'

Длина амплифицированного фрагмента – 530 п.о. При расщеплении продуктов амплификации рестриктазой *HindIII* при 37°C были идентифицированы следующие генотипы (рис. 1):

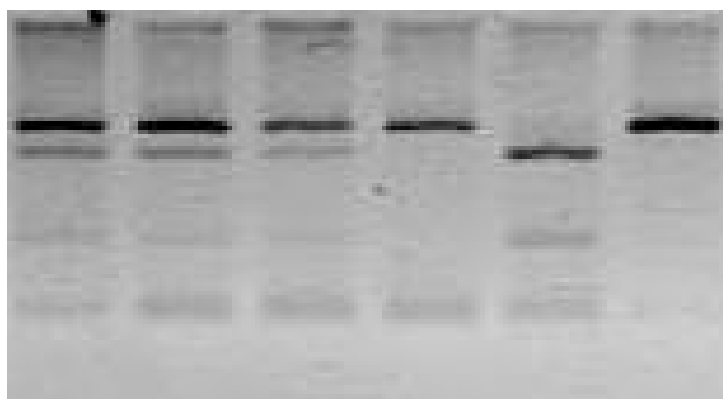


Рисунок 1. Рестрикция ампликатов (№ 1 – 6) с использованием рестриктазы *HindIII*
Генотип *CSN3*^{AA} – фрагмент 530 п.о. (4, 6); генотип *CSN3*^{AB} – фрагменты 530, 400 и 130 п.о. (1, 2, 3); генотип *CSN3*^{BB} – фрагменты 400 и 132 п.о. (5)

Для амплификации фрагмента гена *LALBA* настройки ПЦР-программы были следующими: «горячий старт» - 5 мин при 94°C; 35 циклов: денатурация – 1 мин при 94°C, отжиг – 1 мин при 63°C, синтез – 1 мин при 72°C; элонгация – 10 мин при 72°C, с использованием праймеров:

LAC 1: 5' - AAGAGTTGGATGGAATCACC - 3';

LAC 2: 5' - TTCAAATTGCTGGCATCAAGC - 3'

Длина амплифицированного фрагмента – 430 п.о. При расщеплении продуктов амплификации рестриктазой *MhII* при 37°C установлены следующие генотипы (рис. 2):

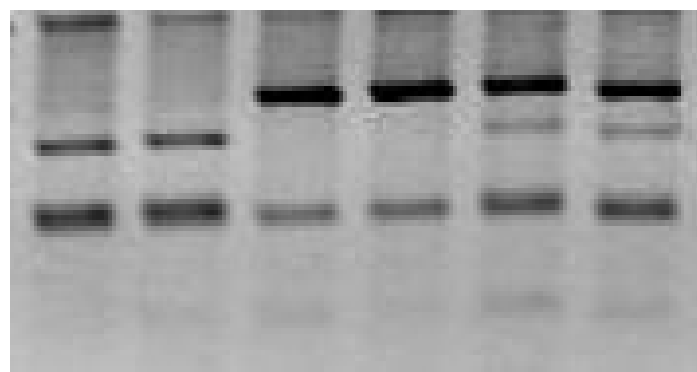


Рисунок 2. Рестрикция ампликатов (№ 1 – 6) с использованием рестриктазы *MhII*
Генотип *LALBA*^{AA} – фрагмент 328 и 102 п.о. (3, 4); генотип *LALBA*^{AB} – фрагменты 328, 211, 117 и 102 п.о. (5, 6); генотип *LALBA*^{BB} – фрагменты 211, 117 и 102 п.о. (1, 2)

Реакцию рестрикции полученных продуктов амплификации гена *BLG* проводили с использованием эндонуклеазы *HaeIII* при 37°C следующими праймерами:

LG 1: 5'- TGTGCTGGACACCGACTACAAAAAG - 3'

LG 2: 5'- GCTCCCGGTATATGACCACCTCT- 3'

Аmplificированный фрагмент длиной 247 п.о. установил следующие генотипы (рис. 3):

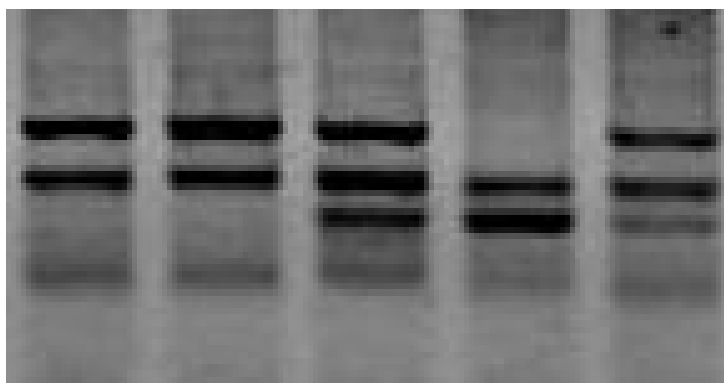


Рисунок 3. Рестрикция амплификатов (№ 1-5) с использованием рестриктазы *HaeIII*
Генотип BLG^{AA} – фрагмент 148 и 99 п.о. (1, 2); генотип BLG^{AB} – фрагменты 148, 99 и 74 п.о. (3, 5); генотип BLG^{BB} – фрагменты 99 и 74 п.о. (4)

Детекцию результатов трех этапов работы – выделения ДНК, амплификации фрагмента гена и рестрикции продуктов амплификации – осуществляли электрофоретическим методом с последующей визуализацией на трансиллюминаторе в проходящем УФ-свете с длиной волны 260 нм при помощи компьютерной видеосистемы и программы VITran. В качестве маркера использовались ДНК плазмиды pBR322, расщепленную рестриктазой *AluI*, либо рестриктазой *BsuRI*.

Частота аллелей (для двухаллельных систем) была определена по формулам (1, 2).

$$p(A) = (2AA + AB) / 2n, \quad (1)$$

$$q(B) = (2BB + AB) / 2n, \quad (2)$$

где $p(A)$ – частота аллеля A ;

$q(B)$ – частота аллеля B .

AA, BB – число особей с гомозиготным генотипом;

AB – число особей с гетерозиготным генотипом;

n – число особей в группах;

Определение генетического равновесия проводилось с помощью теста χ^2 , согласно закону Харди-Вайнберга, по формуле (3):

$$\chi^2 = (\Phi - T)^2 / T, \quad (3)$$

где Φ – фактическое количество особей в популяции с определенным генотипом;

T – теоретически ожидаемое количество особей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Ген, кодирующий бычий LALBA, локализован у КРС в 5 хромосоме и состоит из 2023 п.н., включая четыре экзона и три интрона. α -LA характеризуется наличием нескольких полиморфных вариантов: в позициях +15, +21, +54 и –1689, относительно точки старта транскрипции 5'фланкирующего региона. Вариабельность в этом регионе может приводить к различной способности связывания РНК-полимеразы и факторов транскрипции, участвующих в регуляции экспрессии гена.

Учитывая роль α -лактальбумина в биосинтезе лактозы и продукции молока в целом, ген α -LA может быть использован как потенциальный генетический маркер молочной продуктивности крупного рогатого скота, в частности удойности и белковомолочности. Уровень же проявления признаков молочной продуктивности у коров, несущих в своем геноме аллели A и B гена альфа-лактальбумина различается в зависимости от породной принадлежности (Костюнина, О. 2005).

В наших исследованиях было установлено, что наибольшую численность крупного рогатого скота филиала Э/б «Жодино» РУП «Заречье» составил гетерозиготный генотип AB – 148 особей

(51,21%), гомозиготный генотип – $LALBA^{BB}$ был обнаружен только у 13,49 % особей. На предприятии «РУСП «Племенной завод «Красная Звезда», гетерозиготных AB и гомозиготных AA особей составило примерно одинаковое количество: 136 (42%) голов и 133 (41%) соответственно. Частота гомозиготных особей BB – 55 (17%) (табл. 1).

Таблица 1. Частоты встречаемости аллелей и генотипов гена $LALBA$ у коров в черно-пестрой породы

N	Частота встречаемости					χ^2
	Генотипов			аллелей		
	AA	AB	BB	A	B	
РУП «Заречье»						
289	102 (107,18) *	148 (137,63)*	39 (44,183)*	0,609	0,391	1,6
РУСП «Племенной завод «Красная Звезда»						
324	133 (124,55)*	136 (152,27)*	55 (46,54)*	0,620	0,379	3,85

* Теоретическое ожидаемое число. То же для табл. 2, 3.

Как можно видеть выше, аллели в анализируемых популяциях имели практически равную частоту – 61 % и 62 % для $LALBA^A$ и 39 % – 38 % для $LALBA^B$.

Исследуемые популяции в локусе $LALBA$ находились в генетическом равновесии в соответствии с законом Харди-Вайнберга ($\chi^2 = 1,6 - 3,85$).

BLG – является основным сывороточным белком коровьего и овечьего молока (~3 г/л), а также присутствует во многих других видах млекопитающих; заметным исключением являются люди. Его структура, свойства и биологическая роль неоднократно пересматривались. Существуют несколько генетических вариантов белка, основные из которых у КРС были помечены как A и B . Из-за ее обилия и простоты очистки она была подвергнута широкому спектру биофизических исследований. Бычий BLG является относительно небольшим белком. До недавнего времени генотип бета-лактоглобулина не включали в программы селекционного процесса, так как полиморфизм молочных белков можно было оценить только у лактирующих коров, а производители могли быть оценены только путем типирования молочных белков их дочерей. Благодаря методу ДНК-диагностики стало возможным идентифицировать генотип гена бета-лактоглобулина у производителей и молодняка, что, значительно ускоряет решение селекционных задач.

Возрастающее значение производства белковой продукции диктует необходимость использования генетических и селекционных методов для повышения экономической эффективности этого производства (Xiang, Lei-Wen et al. 2019).

У коров белорусской черно-пестрой породы в анализируемых хозяйствах (табл. 2), также установлено два аллельных варианта гена BLG , что позволило распределить исследуемые популяции на 3 генотипа: AA , AB и BB . Наибольшую численность составили гетерозиготные генотипы AB – 139 особей (48%) в РУП «Заречье» и 166 особей (51%) на предприятии «РУСП «Племенной завод «Красная Звезда». Приблизительно одинаковое количество гомозиготных особей распределилось по генотипам AA – 71 гол. (25%) и BB – 79 гол. (27%) в первой популяции, во второй, генотипом $-LALBA^{AA}$ обладали 95 особей (29%) и $LALBA^{BB}$ – 63 особи (19%).

Таблица 2. Частоты встречаемости аллелей и генотипов гена BLG у коров в черно-пестрой породы

N	Частота встречаемости					χ^2
	Генотипов			аллелей		
	AA	AB	BB	A	B	
РУП «Заречье»						
289	71 (68,26)*	139 (144,4)*	79 (76,35)*	0,486	0,514	0,4
РУСП «Племенной завод «Красная Звезда»						
324	95 (97,65)*	166 (160,44)*	63 (65,90)*	0,549	0,451	0,4

В генетически равновесных ($\chi^2 = 0,4$) популяциях коров, встречаемость аллеля BLG^A составила – 0,549 и 0,486, аллеля BLG^B – 0,451 и 0,514.

Полученные нами данные о структуре гена BLG согласуются с результатами других авторов. Так, в исследованиях Н.Ю. Сафины и др. (2018) у голштинского скота, частота встречаемости аллеля A достигала значения – 0,47, B – 0,53, генотипа AA – 20,8 % (44 гол.), AB – 49,8 % (105 гол.), BB – 29,4 % (62 гол.).

Один из наиболее изученных генетических маркеров является ген молочного белка каппа-казеина, который расположен в 6-й хромосоме. У крупного рогатого скота чаще встречаются аллели A и B этого гена. Они различаются двумя аминокислотными заменами (Thr 136 → Iso и Asp 148 → Ala). Животные с генотипом CSN^{BB} характеризуются высокой белкомолочностью, их молоко обладает хорошими сыродельческими качествами.

Однако, сведения о массовой доле жира и количественных показателях молочной продуктивности коров – носителей различных аллелей этого гена имеют весьма противоречивый характер (Галстян, А. и др. 2016).

В этом локусе, преимуществом обладали гомозиготы AA – 188 (65%) в РУП «Заречье», гетерозиготный генотип – AB имели 90 особей (31,14%), гомозиготный BB – 11 (3,81%). В «РУСП «Племенной завод «Красная Звезда», гомозиготные особи, также встречались чаще CSN^{AA} – 72%. Гомозиготный генотип CSN^{BB} в данной популяции составил всего – 2% (табл. 3).

Таблица 3. Частоты встречаемости аллелей и генотипов гена $CSN3$ у коров в черно-пестрой породы

N	Частота встречаемости					χ^2
	Генотипов			аллелей		
	AA	AB	BB	A	B	
РУП «Заречье»						
289	188 (187,7) *	90 (90,38)*	11 (10,9)*	0,806	0,194	0,003
РУСП «Племенной завод «Красная Звезда»						
324	235 (235,7)*	83 (81,25)*	6 (7,0)*	0,853	0,147	0,2

В обеих популяциях частоты $CSN3^A$ и $CSN3^B$ примерно одинаковы – 0,806–0,853 и 0,194–0,147 соответственно. Проверка генетической гипотезы методом χ^2 показала генетическое равновесие в стаде.

Полиморфизм данного гена, а также более низкая частота встречаемости $CSN3^B$ находят подтверждение и в исследованиях на других породах коров. Не высокая частота аллеля B , установлена также у коров черно-пестрой породы молдавского типа, (0,0968), красной эстонской (0,0484) и голштинской (0,180) пород (Луполова, Т.А. и др. 2017).

В связи с тем, что для племенной работы важным является установление ценных генотипов с точки зрения продуктивности, учитывая при этом генетическую изменчивость, необходимым является вычисление гетерозиготности (или гомозиготности) популяций коров по исследуемым генам (табл. 4).

Таблица 4. Средняя гетерозиготность по четырем локусам у коров черно-пестрой породы

Локус	Число особей		Гетерозиготность
	Гетерозиготных	Всего	
РУП «Заречье»			
LALBA	148	289	0,512
BLG	139	289	0,481
CSN	90	289	0,311
Среднее			0,434
РУСП «Племенной завод «Красная Звезда»			
LALBA	136	324	0,419
BLG	166	324	0,512
CSN	83	324	0,256
Среднее			0,396

Анализируя данные средней гетерозиготности двух популяций видно, что генетическая изменчивость составляет 39,6 %–43,4 %, что указывает на генетическое разнообразие животных по анализируемым локусам.

ВЫВОДЫ

В результате исследования обнаружен полиморфизм генов-лактопротеинов *CSN3*, *BLG*, *LALBA*. Установлены три генотипа AA, AB и BB.

Наибольшей частотой в двух животноводческих хозяйствах 80,6 % и 85,3 % обладал аллель *CSN3* типа A, самой низкой *CSN3*^B – 14,7 % и 19,4 %. Преимуществом обладали гомозиготы AA (65 % – 72 %).

В локусах *LALBA*, *BLG* наиболее часто встречаемым – от 42 % до 51% оказался гетерозиготный генотип. Аллели имели практически равную частоту – 61 % и 62 % для *LALBA*^A и 38 %–39 % для *LALBA*^B. В генетически равновесных ($P \leq 0,05$) популяциях коров, встречаемость аллеля *BLG*^A составила – 0,549 и 0,486, *BLG*^B – 0,451 и 0,514.

Таким образом, обнаруженный полиморфизм, равновесные частоты генов, а также установленная гетерозиготность (39,6 %–43,4 %), указывает на генетическое разнообразие, устойчивость генофонда по генам лактопротеинов *LALBA*, *BLG*, *CSN3* и соответствующий подбор пар для скрещиваний с желательными генами в анализируемых популяциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АЙАЛА, Ф., КАЙГЕР, Дж. (1988). Современная генетика: Т.3, 332 с. ISBN 5-03 000496-3.
2. ГАЛСТЯН, А.Г. и др. (2016). Научные основы и технологические принципы производства молочных консервов геродиетического назначения. В: Вопросы питания, № 85(5), с. 114-119. ISSN 0042-8833.
3. КОСТЮНИНА, О. В. (2005). Молекулярная диагностика генетического полиморфизма основных молочных белков и их связь с технологическими свойствами молока: Диссертация канд. биол. наук. Дубровицы, ВГННЖ. 127 с.
4. ЛУПОЛОВА, Т. А., ГУМИНСКАЯ, Е.Ю., ПЕТКУ, В. С., МАКАРОВА А. В. (2017). Парное различие генетической структуры пород крупного рогатого скота по лактопротеинам. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 99-103. ISSN 1857-0003.
5. САФИНА, Н.Ю. и др. (2018). Полиморфизм гена β-лактоглобулина (LGB) и его взаимосвязь с экономически важными признаками голштинского скота. В: Достижения науки и техники АПК, Т. 32, № 9, с. 78-80. ISSN 0235-2451.
6. САФИНА, Н.Ю., ЮЛЬМЕТЬЕВА, Ю. Р. ШАКИРОВ, Ш.К. (2018). Влияние комплекса полиморфизма генов κ-казеина (*CSN3*) и пролактина (*PRL*) на молочную продуктивность коров первотелок голштинской породы. В: Молочнохозяйственный вестник, № 1 (29), с. 74-82. ISSN 2225-4269.
7. ХАРЛАМОВ, А.В., ПАНИН, В.А., КОСИЛОВ, В.И. (2019). Влияние воздействия генов *CSN3* и *LGB* на показатели молочной продуктивности коров (обзор). В: Известия Оренбургского государственного аграрного университета, № 6 (80), с. 223-225. ISSN 2073-0853.
8. ЮЛЬМЕТЬЕВА, Ю.Р., ШАКИРОВ, Ш.К. (2015). Молекулярно-генетические аспекты селекции молочного скота в Республике Татарстан. В: Достижения науки и техники АПК, Т. 29, № 5, с. 83-84. ISSN 0235-2451.
9. GENGLER, N. (2016). Capitalizing on fine milk composition for breed inland management of dairy cows. In: Journal of dairy Science, nr. 99(5), pp. 4071-4079. ISSN 0022-0302.
10. XIANG, LEI-WEN et al. (2019). Interactions of β-Lactoglobulin With Small Molecules. In: Encyclopedia of Food Chemistry, vol. 2, pp. 560-565. ISBN 9780128140451.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ЛУПОЛОВА Татьяна Анатольевна*  <https://orcid.org/0000-0003-4604-9267>

кандидат с.-х. наук, доцент, Кафедра биологии и экологии, Факультет технолого – биологический, Учреждение образования «Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина», Республика Беларусь

E-mail: LupolovT@tut.by

ГАНДЖА Алла Ивановна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству», зав. лабораторией молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования, Республика Беларусь

E-mail: belniig@tut.by; AGandja@mail.ru

КУЛЕШЕВИЧ Янина Павловна  <https://orcid.org/0000-0003-3826-3933>

Факультет технолого-биологический, Учреждение образования «Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина», Республика Беларусь

E-mail: yanakul18@gmail.com

**Corresponding author: LupolovT@tut.by*

Received: 10.03.2020

Accepted: 05.05.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3911647

УДК 636.084

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКОВ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ ЗЕРНОФУРАЖА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

*Наталья ФЕДАК, Сергей ЧУМАЧЕНКО,
Любомир ДАРМОГРАЙ, Наталья КРАВЧЕНКО*

Abstract. The effective conservation of grain fodder with high humidity is an important problem of feed production, especially in the conditions of Carpathian region of Ukraine with damp climate. Known methods for wet grain storage are economically unjustified due to the high cost of energy. The aim of the research was to improve the processes of preservation of grain fodder with high humidity by using inexpensive preparations made of new probiotic microorganisms strains for maximum preservation of nutrients in grain. In this study the new microbial preparations Subtikon and KT-L 18/1 were used as preservatives for grain of winter wheat (19.7 percent moisture) and barley (19.2% percent moisture). Two variants: a) no treatment and b) carbon-ammonium salt treatment served as controls. After 15, 30 and 70 days of storage the chemical composition and the degree of preservability of dry matter were determined, as well as the content and ratio of major fermentation acids and quantitative composition of microflora: lactic acid bacteria, fungi, yeasts, aerobic bacilli, pseudomonads, and clostridia. After 70 days of storage in the experimental variants treated with Subtikon and KT-L 18/1 the preservability of dry matter as an integral indicator of fodder nutritive value was of 98.1 and 97.5% (wheat) and 99.0 and 98.3% (barley). The analysis of microbiological parameters and major fermentation acids content confirmed the preserving ability of the analyzed preparations. In the grain treated with probiotics the number of most desirable lactic acid bacteria was higher than in the control variants. The highest concentration of lactic acid which is the product of lactic acid bacteria activity and the main preserving factor was found in KT-L 18/1 variant.

Key words: Grain fodder; Conservation; Microbial preservatives; Probiotics; Preservability; Dry matter.

Реферат. Эффективное сохранение зернофуража повышенной влажности является важной проблемой кормопроизводства, особенно в Карпатском регионе Украины, климатические условия которого отличаются чрезмерной увлажненностью. Существующие способы хранения влажного зерна экономически не оправданы из-за высокой стоимости энергоносителей. Задачей исследований было усовершенствование процессов консервирования зернофуража повышенной влажности при использовании недорогих эффективных препаратов, изготовленных на основании новых штаммов микроорганизмов пробиотиков с целью максимального сохранения питательных веществ зерна. В данных исследованиях использовали новые микробиологические препараты Субтикон и KT-L 18/1 в качестве консервантов зерна озимой пшеницы (влажностью 19,7 %) и озимого ячменя (влажностью 19,2 %). Два варианта: без обработки и с обработкой углеаммонийной солью служили контролем. Через 15, 30 и 70 суток хранения определяли химический состав консервированного зерна, степень сохранности сухого вещества, содержание и соотношение основных кислот брожения и количественный состав микрофлоры: молочнокислых бактерий, грибов и дрожжей, аэробных бацилл, псевдомонад. Через 70 суток хранения в вариантах, обработанных препаратами Субтикон и KT-L 18/1, сохранность сухого вещества как интегрального показателя питательности составила: 98,1 и 97,5 % (пшеница) и 99,0 и 98,3 % (ячмень). Исследование микробиологических показателей и содержания основных кислот брожения подтвердило консервирующую способность отмеченных препаратов. В зернофураже, обработанном пробиотиками, численность наиболее желательных молочнокислых бактерий была выше чем в контрольных вариантах. Наибольшая концентрация молочной кислоты, которая является продуктом жизнедеятельности молочнокислых бактерий и основным консервирующим фактором, была в варианте с консервантом KT-L 18/1.

Ключевые слова: Зернофураж; Консервирование; Микробные консерванты; Пробиотики; Сохранность; Сухое вещество.

ВВЕДЕНИЕ

Удельный вес зернофуража в рационах жвачных животных составляет 30-50, а моногастричных животных и птицы - до 95% (по питательности) в зависимости от направления и уровня продуктивности и является основой при производстве комбикормов (Кирилук, Р.М. 2017; Кулик, М.Ф. 2006; Рудик Р.І. 2016; Савченко, Ю. 2016). Переработка и хранение зернофуража повышенной влажности – одна из важнейших проблем кормопроизводства, особенно в Карпатском регионе Украины, учитывая его климатические условия. Существуют разные способы хранения высоко влажного зерна,

в частности искусственное досушивание, хранение в вакууме, герметизация, что в настоящее время экономически не выгодно из-за высокой стоимости энергоносителей, ведь в расходах при сушении зерна стоимость топлива и электроэнергии составляет до 90 % общих расходов. На снижение влажности зерна от 25 до 15 % затраты энергоносителей в 1,3 раза больше, чем затраты на его выращивание (Атаназевич, В.И. 1997; Бондаренко, А. 2003 Кулик, М.Ф. 2000).

В настоящее время в животноводстве и кормопроизводстве достаточно широкое применение нашли микробные препараты, особенно в технологиях заготовки силосованных кормов и сохранности зернофуража повышенной влажности (Бобер, А. 2015; Волкогон, В.В. 2015; Кривенок, М. 2012; Марченко, В. 2016). Как известно, во влажном зерне при наличии кислорода происходят интенсивные процессы дыхания и брожения, во время которых сахара окисляются с выделением воды, углекислого газа и тепла. Поскольку влажное зерно имеет низкую теплопроводность, оно быстро согревается. В зависимости от влажности и длительности аэробного дыхания потери питательных веществ могут достигать до 20-25 %. В таком зерне бурно развиваются плесневые грибы, другие аэробы и накапливаются крайне вредные для животных микотоксины. Поэтому влажный зернофураж (сверх 20 %) нужно консервировать (Деревянко, С. В. 2009; Кирилюк, Р.М. 2017). Наиболее энергосберегающим способом консервирования зерна (учитывая высокую стоимость химических консервантов и сушения) на данное время является его силосование, то есть использование процесса молочнокислого брожения. В этом контексте заслуживают внимания пробиотические препараты, основой которых являются высокоактивные гомоферментативные микроорганизмы (Отченашко, В.В. 2012; Волкогон, В.В. 2015).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В лаборатории кормления животных и технологии кормов Института Сельского Хозяйства Карпатского региона и Национальной Академии Аграрных наук Украины были проведены исследования эффективности применения новых пробиотических препаратов Субтикон и КТ-L 18/1 (Институт Сельскохозяйственной Микробиологии и Агропромышленного Производства, г. Чернигов). Они были использованы в качестве консервантов зерна озимых пшеницы и ячменя влажностью 19,7 и 19,2 % соответственно. Контролем служили варианты без консерванта (I вариант) и с внесением химического консерванта (II) - углеаммонийной соли (УАС) в дозе 3% к массе. Опытные варианты обрабатывали препаратом Субтикон в дозе 10,0 мл суспензии (III) и КТ-L 18/1 в дозе 8,0 мл рабочего раствора (IV) на 1 кг зерна. Через 15, 30 и 70 суток хранения исследовали химический состав (Вудмаска, В.Ю. 1975) консервированного зерна, содержание основных кислот брожения методом Леппер-Флига, согласно требованиям, ГОСТ 23638-79 и микробиологические показатели по схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема микробиологических исследований

Микроорганизмы	Питательная среда	Температура инкубирования, °C	Время инкубирования, суток
МКБ (молочно-кислые бактерии)	Капустный агар	37	4-5
Клостридии	Железо-сульфитный агар	37	1-3
Псевдомонады (анаэробные протеолитические бактерии)	МПБ (мясо-пептонный бульон)	28	10-14
Аэробные бациллы	МПА (мясо-пептонный агар)	28	4
Грибы и дрожжи	Сабуро	28	3-4 (7-8)

В эти же периоды определяли активную кислотность и содержание основных кислот брожения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Известно, что питательность корма тем выше, чем больше в нем сухого вещества. Анализ химического состава опытных вариантов зерна пшеницы и ячменя показал, что на 15 и 30 сутки после консервирования во всех вариантах несколько (на 0,2-0,7 %) снизилась влажность и, соответственно, выросло содержание сухого вещества (табл. 2). В эти же периоды в образцах зерна обеих культур, обработанных УАС, отмечено несколько высшее (на 0,3-0,9 %) содержание сырого

протеина, вероятно за счет аммонийного азота самого консерванта. В других вариантах этот показатель был практически на уровне контроля.

Таблица 2. Химический состав сырья и консервированного зерна пшеницы и ячменя (15, 30 и 70 суток хранения), %

Варианты	Сутки	Влажность	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырая зола	БЭВ
Пшеница							
Сырье	-	19,7	80,3	13,07	3,72	1,52	61,90
Без консерванта	15	19,2	80,8	13,29	3,61	1,48	62,42
	30	19,5	80,5	13,27	3,60	1,47	62,16
	70	21,2	78,8	13,30	3,75	1,51	60,24
УАС	15	19,4	80,6	13,68	3,60	1,54	61,78
	30	19,6	80,4	13,75	3,62	1,55	61,48
	70	21,4	78,6	13,63	3,64	1,57	59,76
Субтикон	15	19,8	80,2	12,78	3,80	1,38	62,24
	30	19,7	80,3	13,80	3,57	1,35	61,58
	70	21,3	78,7	13,70	3,61	1,56	59,83
КТ-Л 18/1	15	19,3	80,7	12,95	3,59	1,42	62,74
	30	19,5	80,5	13,18	3,58	1,40	62,34
	70	21,7	78,3	13,31	3,70	1,60	59,69
Ячмень							
Сырье	-	19,2	80,8	10,02	6,39	2,56	61,81
Без консерванта	15	18,7	81,3	10,14	6,33	2,50	62,33
	30	18,6	81,4	10,15	6,30	2,48	62,47
	70	20,1	79,9	10,07	6,40	2,50	60,93
УАС	15	18,5	81,5	12,03	6,29	2,57	60,61
	30	18,6	81,4	12,21	6,28	2,59	60,32
	70	20,2	79,8	12,06	6,39	2,56	58,79
Субтикон	15	18,7	81,3	11,01	6,19	2,50	61,60
	30	18,7	81,3	10,92	6,20	2,48	61,17
	70	20,6	79,4	10,61	6,40	2,57	59,82
КТ-Л 18/1	15	19,0	81,0	11,01	6,34	2,53	61,12
	30	19,2	80,8	11,20	6,30	2,53	60,77
	70	20,9	79,1	11,10	6,42	2,69	58,89

* БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества

Содержание сырой клетчатки в опытных вариантах обеих культур как через 15, так и через 30 суток консервирования, снизилось на 0,1-0,3 % относительно контроля. На 70 суток хранения в образцах пшеницы и ячменя содержание сухого вещества уменьшилось по сравнению с сырьем на 1,5-2,3 % в основном за счет БЭВ. Одновременно отмечено увеличение содержания сырого протеина в зерне пшеницы на 0,5-0,6 %, ячменя - на 1,2-2,2 %, особенно в вариантах, обработанных УАС. На основании данных химического состава установлено, что сохранность сухого вещества как интегрального показателя питательности в опытных вариантах пшеницы составила 95,9; 97,9; 98,1 и 97,5 %, ячменя - 97,6; 98,8; 99,0 и 98,3 %. По обеим культурам самая низкая сохранность сухого вещества отмечена в контрольных вариантах. Среди микробных препаратов лучшую консервирующую способность выявил Субтикон – практически на уровне химического консерванта.

Жизнедеятельность микроорганизмов является одной из основных причин снижения качества и порчи кормов, в частности зернофуража повышенной влажности. В зависимости от вида вредоносной микрофлоры и интенсивности ее развития, зависит степень распада питательных веществ корма, накопления в нем вредных продуктов обмена, в том числе токсинов. Такие показатели, как общее бактериальное обсеменение, количественное содержание грибов, наличие патогенных микроорганизмов определяют в основном санитарное состояние корма, в том числе

и зернофуража. В связи с этим мы исследовали варианты зернофуража на количественное содержание МКБ, клостридий, микроскопических грибов и дрожжей, аэробных гнилостных бацилл и анаэробных протеолитических бактерий в динамике (табл. 3).

Таблица 3. Количественный и групповой состав микрофлоры консервированного зерна пшеницы и ячменя (15, 30 и 70 суток хранения)

Варианты	Сутки	МКБ, КОЕ*/г	<i>acillus</i> , КОЕ/г	Грибы и дрожжи, КОЕ/г	<i>Pseudomonas</i> , выделение газа	<i>Clostridium</i> , КОЕ/г
Пшеница						
Без консерванта	15	1,2*10 ⁶	2*10 ⁵	2*10 ⁵	-	-
	30	0,2*10 ⁶	2*10 ⁴	2*10 ⁵	-	-
	70	2*10 ⁶	4*10 ⁵	1*10 ⁶	-	-
УАС	15	0,4*10 ⁶	2*10 ⁵	6*10 ⁵	-	-
	30	0,1*10 ⁵	2*10 ⁴	4*10 ⁴	-	-
	70	4*10 ⁵	3*10 ⁴	6*10 ⁵	-	-
Субтикон	15	1,2*10 ⁶	12*10 ⁵	2*10 ⁶	+	-
	30	0,6*10 ⁶	2*10 ⁵	4*10 ⁵	-	-
	70	6*10 ⁵	5*10 ⁵	4*10 ⁵	-	-
КТ-Л 18/1	15	0,4*10 ⁶	2*10 ⁵	2*10 ⁵	-	-
	30	0,4*10 ⁶	6*10 ⁵	2*10 ⁵	-	-
	70	3,2*10 ⁶	2*10 ⁵	3*10 ⁵	-	-
Ячмень						
Без консерванта	15	1*10 ⁶	0,4*10 ⁶	6*10 ⁵	+	-
	30	2*10 ⁵	2*10 ⁵	5*10 ⁵	+	-
	70	8*10 ⁵	4*10 ⁵	4*10 ⁵	-	-
УАС	15	1,2*10 ⁶	3*10 ⁶	8*10 ⁵	-	-
	30	3*10 ⁵	4*10 ⁵	1,4*10 ⁵	-	-
	70	2*10 ⁶	1,8*10 ⁶	2*10 ⁵	-	-
Субтикон	15	0,8*10 ⁶	1,4*10 ⁶	6*10 ⁵	-	-
	30	2*10 ⁵	1*10 ⁵	2*10 ⁵	-	-
	70	2,4*10 ⁶	8*10 ⁵	4*10 ⁵	-	-
КТ-Л 18/1	15	1,6*10 ⁶	0,4*10 ⁶	8*10 ⁵	-	2*10 ⁵
	30	3*10 ⁵	2*10 ⁵	4*10 ⁵	-	-
	70	2*10 ⁵	2*10 ⁵	4*10 ⁵	-	-

* КОЕ - колониеобразующие единицы

Количество наиболее желательной микрофлоры, а именно МКБ, было наибольшим в образцах пшеницы и ячменя, законсервированных препаратами КТ-Л 18/1 и Субтикон как через 15, так и через 30 суток хранения. Однако на 30 сутки количество МКБ снизилось во всех исследуемых вариантах. Эти результаты согласуются с данными литературы, которые свидетельствуют, что для получения аэробно стабильного корма, количество грибов в 1 г зерна не должно превышать $4 \cdot 10^5$ КОЕ (Волкогон, В.В. 2015; Дервянко, С.В. 2009). В наших исследованиях количество грибов почти во всех вариантах, за исключением пшеницы и ячменя, консервированных УАС (на 15 сутки), и не консервированного ячменя (на 15 и 30 сутки) не превышает норму. На 70 сутки хранения наивысшую численность наиболее желательных МКБ наблюдали в вариантах обеих культур, обработанных препаратами Субтикон и КТ-Л 18/1, а самую низкую – в образцах с УАС. Больше всего грибов и дрожжей было в контрольных вариантах, а менее всего – в образцах ячменя с химическим консервантом. Относительно пшеницы, то самое низкое содержание этой микрофлоры было в зерне, консервированном пробиотиком КТ-Л 18/1.

Величина pH консервированного корма является критерием оценки процессов брожения. Повышенная кислотность корма характеризует интенсивность брожения, а показатели кислотности

в пределах pH 5,0-5,8 свидетельствуют о нейтральной реакции корма для животных. Микробные консерванты проявляют стимулирующее действие молочнокислого брожения, что подтверждается соотношением органических кислот в консервированном зерне через 70 суток хранения (табл. 4). Результаты исследования активной кислотности образцов и содержания в них основных кислот брожения в целом согласуются с данными микробиологии.

Таблица 4. Уровень pH и содержание органических кислот в зерне пшеницы и ячменя (70 суток хранения), %

Варианты	рН	Свободные кислоты			Соотношение кислот
		уксусная	масляная	молочная	
Пшеница					
Без консерванта	6,62	14,34	0	84,65	85,41 : 14,47
УАС	8,79	16,06	0	83,93	83,87 : 16,05
Субтикон	6,02	15,35	0,34	86,39	84,53 : 15,01
КТ-L 18/1	5,96	15,04	0	93,49	86,07 : 13,84
Ячмень					
Без консерванта	6,88	22,97	0	77,02	76,93 : 22,94
УАС	7,94	29,11	0	70,88	70,82 : 29,09
Субтикон	5,92	21,83	4,36	73,79	73,74 : 21,81
КТ-L 18/1	5,91	23,02	0	85,77	78,79 : 21,14

Итак, наибольшая концентрация молочной кислоты, которая является продуктом жизнедеятельности МКБ и основным консервирующим фактором, была в варианте с консервантом КТ-L 18/1, а самая низкая - в образцах из УАС при наивысших значениях pH. При этом все варианты отличались оптимальной концентрацией водородных ионов и желательным соотношением между содержанием молочной и уксусной кислот.

ВЫВОДЫ

Использование пробиотических препаратов Субтикон и КТ-L 18/1 при консервировании зерна озимых пшеницы и ячменя повышенной влажности (19,7 и 19,2 %) способствует созданию доминирующей популяции гомоферментативной молочнокислой микрофлоры, которая обеспечивает оптимальный уровень активной кислотности и соотношение между основными кислотами брожения. Усовершенствованная технология консервирования такого зерна обеспечивает сохранность сухого вещества на уровне 95,9; 97,9; 98,1 и 97,5 % (пшеница) и 97,6; 98,8; 99,0 и 98,3 % (ячмень).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АТАНАЗЕВИЧ, В.И. (1997). Сушка зерна: практическое пособие. Москва, 255 с.
2. БОБЕР, А. (2015). Як зберегти вологе зерно. В: The Ukrainian Farmer, № 11.
3. БОНДАРЕНКО, А. (2003). Что надо учитывать при сушке зерна. В: Комбикорма, №2, С. 28-30.
4. ВОЛКОГОН, В.В. і ін. (2015). Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях: Науково-практичні рекомендації. С. 217-220.
5. ВУДМАСКА, В.Ю., ПРИЛУЦЬКИЙ, П.П. (1975). Визначення поживності та якості кормів у господарстві. Київ, 133 с.
6. ДЕРЕВ'ЯНКО, С.В. і ін. (2009). Застосування мікробних препаратів при консервуванні різних видів кормів. В: Сільськогосподарська мікробіологія, Вип. 9, С. 151-157.
7. КИРИЛЮК, Р.М. та ін. (2017). Рекомендації по заготівлі кормів. Житомир, 43 с.
8. КРИВЕНОК, М. (2012). Консервування вологого зерна як альтернативний спосіб зберігання. В: Молоко і ферма, № 4 (11).
9. КУЛИК, М.Ф. і ін. (2006). Енергоощадні технології кормів – основа конкурентоздатного тваринництва. Вінниця, 340 с.
10. КУЛИК М.Ф., ЗАСУХА Т.В., ЖМУДЬ О.В. (2000). Сучасні та перспективні технології зберігання та використання вологого зернофуражу. Київ, 246 с.
11. МАРЧЕНКО, В. (2016). Вологість зерна під час зберігання. В: Agroexpert, № 2 (91).

12. ОТЧЕНАШКО, В.В. (2012). Аргументи на користь пробіотиків. В: The Ukrainian Farmer, № 9, С. 114–118.
13. РУДИК, Р. І. та ін. (2016). Науково-практичні рекомендації по виробництву і заготівлі кормів. Житомир, 48 с.
14. САВЧЕНКО, Ю.І. та ін. (2016). Заготівлі кормів прогресивну технологію Житомир, 48 с.
15. ХАМИДУЛЛИН, Т. (2000). Безопасное хранение зерна повышенной влажности. В: Комбикорма, № 5, С. 30.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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 НААН Украины
E-mail: natali_fedak@i.ua

ЧУМАЧЕНКО Сергей Петрович  <https://orcid.org/0000-0002-6512-1642>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Лаборатория кормления животных и технологии кормов, Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины
E-mail: s.p.chumachenko@gmail.com

ДАРМОГРАЙ Любомир Мирославович  <https://orcid.org/0000-0001-7574-1143>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Лаборатория кормления животных и технологии кормов, Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины
E-mail: murolyb@ukr.net

КРАВЧЕНКО Наталия Александровна  <https://orcid.org/0000-0001-5090-4276>

кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, Лаборатория пробиотиков, Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины
E-mail: nat.probiotik@gmail.com

*Corresponding author: natali_fedak@i.ua

Received: 18.03.2020

Accepted: 12.03.2020

DOI: 10.5281/zenodo.3949467

CZU: 619 : 614.31 : 637.54.055(478)

ASPECTE MICROBIOLOGICE ASUPRA CALITĂȚII CĂRNII DE PASĂRE COMERCIALIZATĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

*Rita GOLBAN, Artur GOLBAN**Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

Abstract. The scientific researches reflected in this study had the purpose to analyze the microbiological aspects on the quality of the poultry meat sold in the commercial network and to interpret the indices of the surface and in-depth bacterial microflora. The quality products, which correspond to safety requirements and may be sold in the Moldovan markets, were highlighted. The saprophytic and pathogenic microflora were evaluated by bacteriological and bacterioscopic research methods. The results of the study confirmed the dominance of normal bacterial saprophytic microflora in the studied categories of poultry meat, justifying the acceptability of this product in the consumer's food.

Key words: Poultry meat; Superficial microflora; In-depth microflora; Bacteria.

Rezumat. Cercetările științifice reflectate în acest studiu au avut ca scop analiza aspectelor microbiologice privind calitatea cărnii de pasăre din rețeaua comercială și interpretarea indicilor microflorei bacteriene de suprafață și profunzime. Au fost evidențiate produsele de calitate, care corespund cerințelor de siguranță alimentară și pot fi comercializate pe piețele din Republica Moldova. A fost evaluată microflora saprofită și patogenă prin metode de cercetare bacteriologică și bacterioscopică. Rezultatele studiului au confirmat dominarea microflorei saprofite bacteriene normale în categoriile de carne de pasăre studiată, justificând acceptibilitatea acestui produs alimentar în hrana consumatorului.

Cuvinte-cheie: Carne de pasăre; Microfloră superficială; Microfloră în profunzime; Bacterii.

INTRODUCERE

Un important produs alimentar reprezintă carnea de pasăre. Carnea de pasăre este un produs alimentar ușor asimilat pentru organismul uman, constituind unul din produsele alimentare deosebit de valoroase în nutriția omului. Fiind o sursă importantă de proteină, carnea de pasăre favorizează creșterea și dezvoltarea normală a organismului și este alimentul strict necesar în hrana bolnavilor, bătrânilor și copiilor. În același timp, carnea, prin compoziția ei chimică, constituie un mediu nutritiv foarte prielnic pentru dezvoltarea microorganismelor. Iată de ce în industria cărnii este foarte importantă cunoașterea microorganismelor, care participă la modificarea proprietăților organoleptice și nutritive ale cărnii. În acest scop sunt studiate speciile microbiene, condițiile în care acestea se dezvoltă și riscul în declanșarea toxicoinfecțiilor alimentare (Savu, C. 2013).

În medie, omul consumă 30 de tone de hrană în timpul vieții sale, sub diverse versiuni de dietă care variază la nivel local, național și internațional. Vorbind despre alimente la modul general, ele sunt un amestec de substanțe chimice, care constituie patru mari categorii: nutrienți, toxine naturale, contaminanți și aditivi. Conform studiilor bibliografice, un aliment este sigur atunci când prin consumul său nu este alterată sau afectată starea de sănătate a consumatorului (Imre, C., Morari, A. 2019; Răpuntean, Gh. 2005).

Carnea de pasăre are valoare nutritivă ridicată și un conținut variabil de apă (circa 71%), fiind un produs ușor alterabil. Prin compoziția sa chimică, variată și bogată în principalele grupe de substanțe hrănitoare necesare organismului (proteine, grăsimi, glucide, substanțe minerale și vitamine), carnea de pasăre contribuie la funcționarea normală a acestuia și la menținerea stării sănătății (Tașbac, B., Țogoe, I. 2017). Faptul că carnea de pasăre este alimentul cel mai complet reflectă cele de peste o sută de substanțe nutritive necesare vieții omului, pe care le conține: proteine, vitamine, elemente minerale, enzime și alte substanțe (Carp-Cărare, C. 2014; Fiț, N. 2015).

Microorganismele care acționează defavorabil asupra alimentelor, făcându-le improprietate pentru consumul uman sunt bacteriile, care provoacă toxicoinfecții alimentare (*Salmonella*, *Escherichia*, *Staphylococcus* etc.); mușcăiurile, care provoacă mușcăirea (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*); drojdiile, care produc fermentarea. Carnea, cu un pH de 6,4-6,5, cu substanțe ușor asimilabile (glicogen și acid lactic) și substanțe asimilabile cu azot, reprezintă un mediu foarte bun pentru microorganisme (Golban, R. 2015; Guguianu, E. 2002) și este afectată mai ales prin procese de alterare bacteriană, de putrefacție și mușcăire.

Siguranța alimentară poate fi oferită prin trei categorii de operații de bază: protecția alimentelor de o contaminare dăunătoare; prevenirea dezvoltării și diseminării contaminării dăunătoare; îndepărtarea eficientă a contaminării și a contaminanților (Josan, N. 2002; Tașbac, B. 2018).

Având în vedere studiile bibliografice în domeniu și investigațiile practice de laborator microbiologice, lucrarea de față își propune drept scop studierea și interpretarea aspectelor microbiologice care definesc calitatea cărnii de pasăre comercializată în Republica Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările științifice s-au efectuat în laboratorul de microbiologie al Facultății de Medicină Veterinară a Universității Agrare de Stat din Moldova.

Drept material de studiu a servit carnea de pasăre comercializată în municipiul Chișinău în cadrul pieței centrale și magazin.

A fost cercetată microflora superficială și de profunzime a acestui produs alimentar frecvent comercializat. Au fost folosite metodele microbiologice clasice de conduită de laborator: bacterioscopică și bacteriologică.

Alte metode de cercetare utilizate au constituit: analiza comparativă, analiza logică, analiza de sinteză, metoda grafică, inducția și deducția.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Conform datelor Biroului Național de Statistică, producția globală agricolă în gospodăriile de toate categoriile a constituit 98,1% în anul 2019, ceea ce reprezintă o diminuare comparativ cu anul 2018, cauzată de scăderea producției animaliere cu 6% și a producției vegetale cu 0,3% (figura 1).

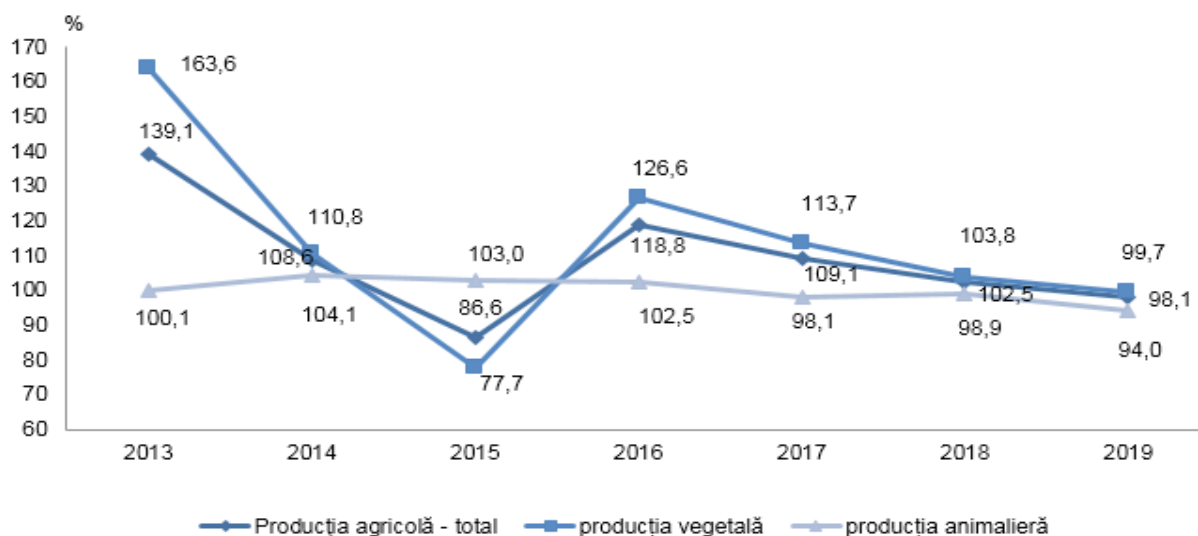


Figura 1. Indicii volumului producției agricole în gospodăriile de toate categoriile, 2013-2019 (anul precedent =100)

Aceleași date arată că, în anul 2019, în totalul de producție agricolă, ponderea producției vegetale a fost de 71%, iar a celei animaliere – 29%.

Analiza dinamicii efectivului de păsări de toate speciile din întreprinderile agricole și gospodăriile țărănești (de fermier) care au la balanță animale, pentru perioada anilor 2013-2019 (BNS, 2019), relevă o tendință de creștere de la 3446,3 mii capete în anul 2013 la 4513,7 mii capete în anul 2018, în anul 2019 acest indicator diminuându-se cu 889,8 mii capete și ajungând la 3623,9 mii capete (figura 2).

Carnea de pasăre în Republica Moldova se comercializează în piețe agricole locale și piețe agricole municipale, magazine specializate, supermarketuri, restaurante, piețe de export.

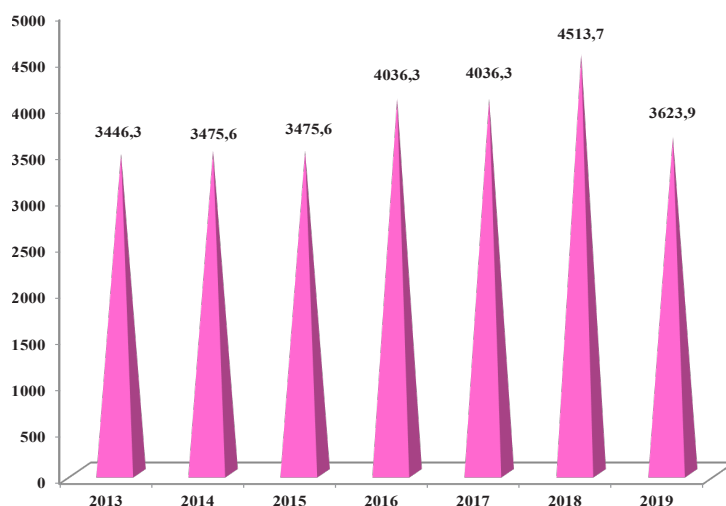


Figura 2. *Dinamica efectivului de păsări de toate speciile din întreprinderile agricole și gospodăriile țărănești (de fermier) care au la balanță animale în anii 2013-2019, mii capete*

Conform surselor bibliografice, studiul microbiologic al investigării cărnii presupune divizarea cărnii comercializate în trei categorii: carne proaspătă, unde microflora constituie până la 10 coci la vizualizarea microscopică; carne mai puțin proaspătă, unde microflora bacteriană constituie până la 30 coci la microscopie; carne relativ proaspătă, unde microflora bacteriană constituie mai mult de 30 coci.

Rezultatele microbiologice ale probelor investigate de carne de pasăre comercializată în cadrul pieței centrale și magazin sunt reflectate în figurile și tabelele de mai jos.

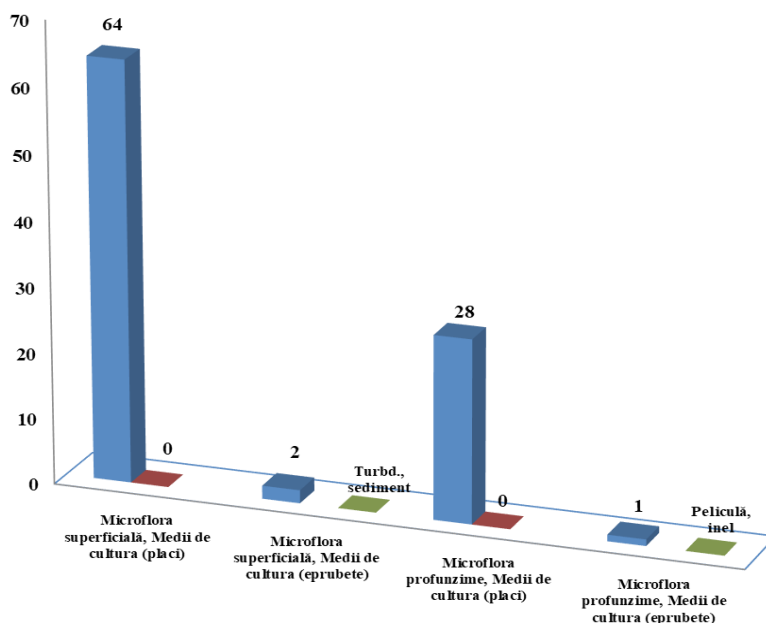


Figura 3. *Aspectele cantitative a microflorei bacteriene pe mediile de cultură ale cărnii de pasăre comercializată la Piața centrală, mun. Chișinău*

Conform figurii 3, în microflora superficială a cărnii de pasăre comercializată la piața centrală s-au constatat 64 de colonii bacteriene. În același timp, studiul microflorei de suprafață a cărnii comercializată în magazin a demonstrat un număr de 5 colonii (fig. 4).

Observațiile pe mediul nutritiv geloză ale microflorei bacteriene din profunzime denotă mai puține colonii în carnea de pasăre din magazin (1 colonie), comparativ cu produsul comercializat la piața centrală, pe care s-au înregistrat 28 de colonii.

Aceste date confirmă faptul, că carnea de pasăre comercializată în magazin este proaspătă, comparativ cu carnea vândută la piața centrală, care este mai puțin proaspătă, dar conform standartelor microbiologice se admite de a fi comercializată.

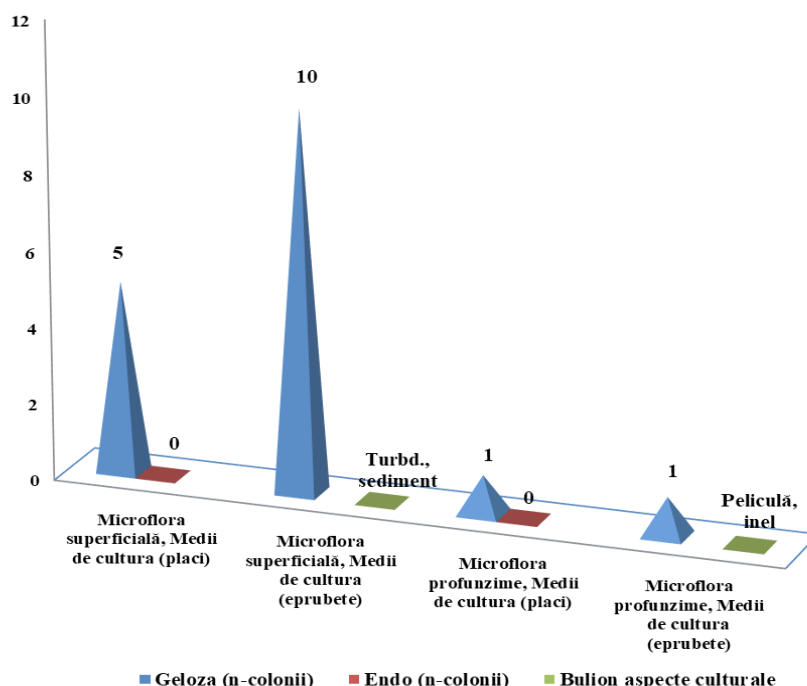


Figura 4. Aspectele cantitative a microflorei bacteriene pe mediile de cultură ale cărnii de pasăre comercializată în magazin

În ceea ce privește analizele efectuate pe mediul special de cultură Endo în scopul identificării microorganismelor patogene (*E. coli*, *Salmonella*), în carnea de pasăre investigată nu au fost înregistrate colonii microbiene patogene.

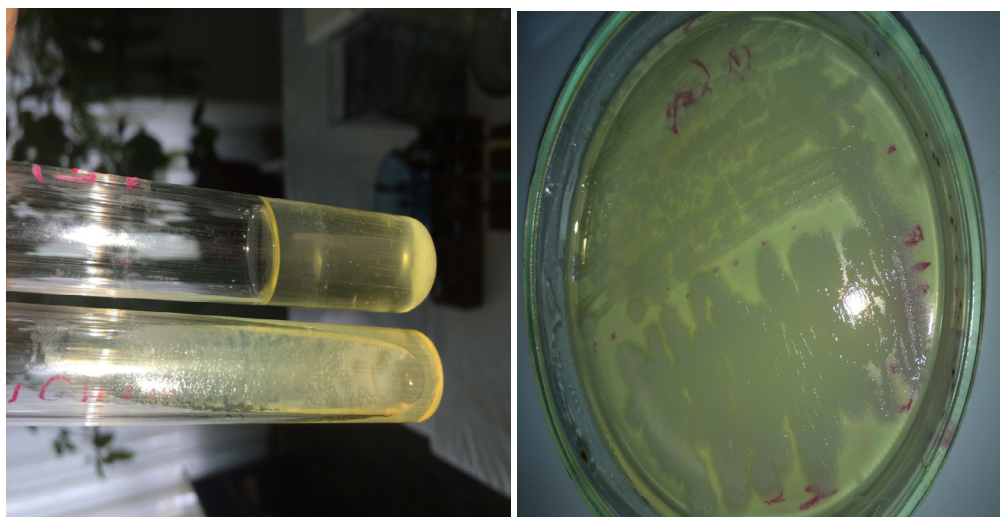


Figura 5. Colonii microbiene microfloră în profundzime

Aspectele dezvoltării microorganismelor în carnea de pasăre în mediul lichid bulion sunt evidențiate prin dezvoltarea microorganismelor sub formă de turbiditate, sediment, peliculă la suprafață, inel. În majoritatea cazurilor, mediul lichid a fost străveziu. Caracteristici importante sunt evidențiate pe mediul geloză în tuburi, care denotă indici cantitativi redați în figurile 5 și 6. Astfel, în carnea de pasăre comer-

cializată în magazin microflora superficială a constituit un număr de 10 colonii, comparativ cu carnea de la piața centrală, pe care s-au determinat 2 colonii.

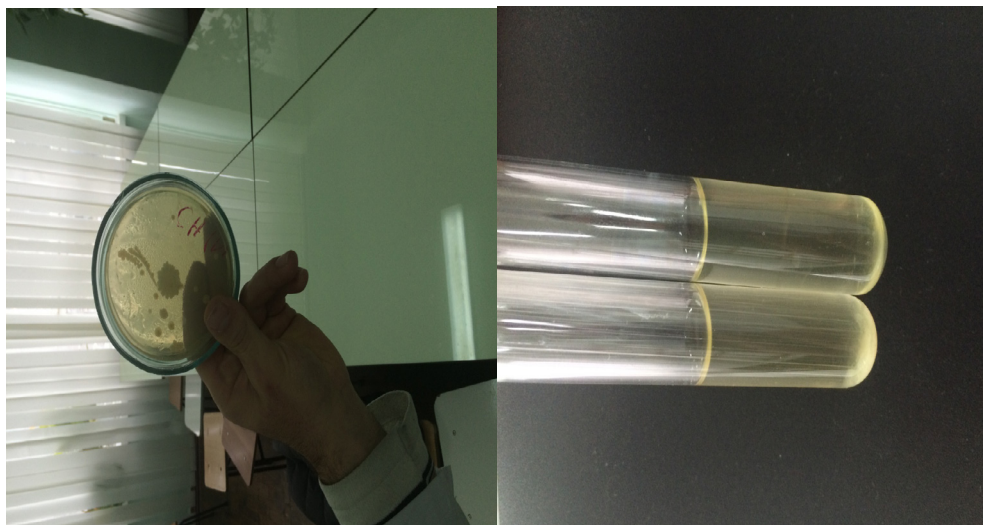


Figura 6. Colonii microbiene microfloră superficială

Analiza microflorei bacteriene în profunzime la ambele categorii de carne de pasăre comercializată a relevat rezultate nesemnificative, cu câte o singură colonie în ambele cazuri. Aceste date confirmă că atât carnea de pasăre comercializată la piața centrală, cât și carnea ce se comercializează în magazin se permite de a fi folosită în alimentație.

Importanți indici microbiologici privind microflora bacteriană a cărnii de pasăre sunt prezentați în tabelele 1 și 2. Astfel, conform conduitei microbiologice de laborator, cercetările științifice s-au axat pe investigațiile bacterioscopice, care au constituit efectuarea frotiurilor bacteriene din mostrele de carne de pasăre și colorarea după metoda Gram. Concomitent pe preparatele colorate a fost determinat numărul de microorganisme din microflora superficială și de profunzime a cărnii de pasăre pe diverse câmpuri microscopice examinate.

Tabelul 1. Aspectele cantitative ale microflorei bacteriene pe frotiuri a cărnii de pasăre comercializată la piața centrală

Frotiu (colorația Gram)	Număr microorganisme/ câmp microscopice	Aspectele morfologice bacteriene
Carne		
1. Microflora superficială	35	Coci, Gram pozitivi
2. Microflora de profunzime	10	Coci, Gram pozitivi

Conform tabelelor 1 și 2, în carnea de pasăre procurată de la piața centrală microflora superficială a constituit 35 de bacterii, iar în carnea din magazin – 9 bacterii. Numărul de bacterii în profunzimea cărnii a constituit 6 bacterii în carnea de pasăre din magazin și 10 bacterii în carnea de la piața centrală. Aceste rezultate ne permit să constatăm starea de prosepțime a cărnii din magazin, comparativ cu starea cărnii procurate de la piața centrală, care ne permite de a o considera mai puțin proaspătă.

Tabelul 2. Aspectele cantitative ale microflorei bacteriene pe frotiuri a cărnii de pasăre comercializată în magazin

Frotiu (colorația Gram)	Număr microorganisme/ câmp microscopice	Aspectele morfologice bacteriene
1. Microflora superficială	9	Coci, Gram pozitivi
2. Microflora profunzime	6	Coci, Gram pozitivi

În rezultatul cercetărilor microscopiei frotiurilor din carnea de pasăre (colorația Gram), aspectele morfologice ale germenilor cocici se conturează prin prezența pe câmpul microscopic a bacteriilor de formă sferică, Gram pozitivi, care constituie o microfloră normală a cărnii. Totodată sunt importanți factorii în contaminarea microbiană a carcaselor de păsări prin intermediul unităților de transport ce livrează carcacele, personalul ce intră în contact cu carcacele și spațiile destinate pentru comercializare.

Sub acest aspect ambele categorii de carne de pasăre corespund indicilor de calitate și pot fi folosite în alimentație. Trebuie să remarcăm însă, că în studiul nostru de cercetare microbiologică, carnea de pasăre comercializată în magazin a demonstrat rezultate mai satisfăcătoare, fiind poluată cu un număr mai mic de microorganisme saprofite reprezentate prin coci Gram pozitivi, ceea ce confirmă, că carnea este proaspătă. Din aceste considerente, în procesul de producere și comercializare a cărnii de pasăre un rol deosebit este dedicat managementului calității. Părintele managementului calității este considerat J. M. Juran, care l-a caracterizat prin 3 procese importante de management: planificarea calității, controlul calității și îmbunătățirea calității (figura 7).

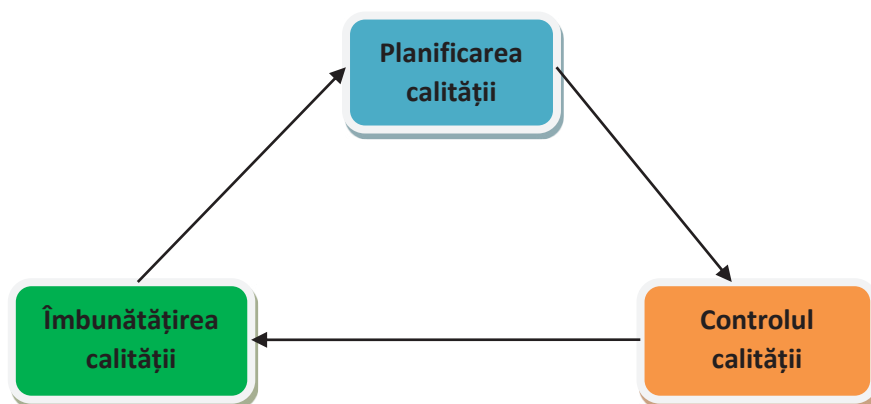


Figura 7. "Trilogia calității" propusă de J.M. Juran

- **Planificarea calității** conține următoarele activități:
 - stabilirea obiectivelor de calitate;
 - identificarea clientului;
 - descoperirea nevoilor clientului;
 - dezvoltarea caracteristicilor produsului;
 - dezvoltarea caracteristicilor procesului.
- **Controlul calității** conține următoarele elemente:
 - alegerea subiecților de controlat;
 - alegerea unității de măsură;
 - stabilirea obiectivelor;
 - măsurarea performanțelor;
 - interpretarea diferențelor;
 - acțiuni față de diferențe.
- **Îmbunătățirea calității** se referă la:
 - dovada necesității îmbunătățirii;
 - identificarea proiectelor;
 - organizarea echipelor de lucru;
 - diagnosticarea motivelor;
 - remediarea defecțiunilor;
 - lupta împotriva rezistenței la schimbare.

În acest sens, procesul de producere și comercializare a cărnii de pasăre necesită în permanență acțiuni de îmbunătățire a calității producției. Conform studiilor științifice de cercetare, regulile de igienă și bună practică în industria alimentară sunt orientate spre protecția alimentelor împotriva contaminării

și includ controlul efectiv al temperaturii în scopul prevenirii și diseminării contaminărilor. Prin urmare, instrumentele esențialele ale activității de asigurare a siguranței alimentare în unitățile procesatoare de alimente sau în cele care le comercializează sunt investigațiile microbiologice de laborator, care determină siguranța alimentară. În acest context importanță prezintă reducerea intensității microbiene la carcasele de păsări ce este în dependență de nivelul de respectare a normelor sanitar-veterinare igienice, începând cu perioada de sacrificare până la comercializare. În baza analizelor efectuate, menționăm importanța funcționalității microflorei bacteriene saprofite nepatogene depistate în carnea de pasăre pe care am cercetat-o, aceasta reprezentând o microfloră normală bacteriană. Rezultatele cercetării ne permit de a deduce, că produsul alimentar carnea de pasăre, frecvent comercializată în magazin și piață este calitativă și corespunde cerințelor de comercializare.

CONCLUZII

Carnea de pasăre comercializată în magazin a prezentat un număr nesemnificativ de microorganisme cocice atât în straturile superficiale, cât și în cele de profunzime ale cărnii, ceea ce denotă că aceasta este proaspătă, corespunde cerințelor de comercializare și este acceptabilă în hrana omului.

Analiza numărului de colonii microbiene studiate pe frotiuri și mediile de cultură microbiene caracterizează carnea de pasăre comercializată în magazin de calitate proaspătă și carnea comercializată la piața centrală mai puțin proaspătă.

Poluarea microbiană a produselor alimentare reprezintă aspecte importante privind atât organismul uman, cât și animal, justificând că viețuirea într-un mediu înconjurător sănătos constituie punctul forte în profilaxia diferitor toxicoinfecții alimentare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. Anuarele statistice ale Republicii Moldova pe anii 2013-2019. [accesat 04.05.2020]. Disponibil: <https://statistica.gov.md/pageview.php?l=ro&idc=263&id=2193>
2. CARP-CĂRARE, C. (2014). Microbiologie generală. Iași: Ion Ionescu de la Brad, pp. 200-215. ISBN 978-973-147-153.
3. FIȚ, N. (2015). Microbiologie generală. Cluj-Napoca: Editura AcademicPres. 248 p.
4. GOLBAN, R. (2015). Microbiologie alimentară. Chișinău. 142 p.
5. GUGUIANU, E. (2002). Bacteriologie generală. Iași: Editura Jenus, pp. 56-58.
6. IMRE, C., MORAR, A. (2019). Inspecția și controlul produselor alimentare de origine animală. Timișoara: Editura Eurobit. 153 p. ISBN 978-973-132-497-5.
7. JOSAN, N. (2002). Microbiologie și imunologie. Chișinău: Centrul Editorial UASM. 512 p. ISBN 9975-62-081.
8. JURAN, J.M. (1986). The quality trilogy: A universal approach to managing for quality. In: Quality Progress by American Society of Quality, USA, New York, vol. 19, pp. 19-24. ISSN 0033-524X.
9. JURAN, J. M. (2000). Planificarea calității. București: Editura Teora. 424 p. ISBN 973-6019-624.
10. RĂPUNTEAN, Gh., RĂPUNTEAN, S. (2005). Bacteriologie veterinară specială. Cluj- Napoca: Academic Pres, pp. 325-345. ISBN 973-7950-95-X.
11. SAVU, C. (2013). Controlul de laborator al alimentelor de origine animală. București: Editura Transversal. 406 p.
12. TAȘBAC, B. 2018. Microbiologie generală alimentară. București: Editura Larisa. Câmpulung: Muscel. 225 p.
13. TAȘBAC, B, ȚOGOE, I. (2017). Microbiologia alimentelor. București: Editura Larisa Câmpulung Muscel. 101 p.

INFORMAȚII DESPRE AUTORI

GOLBAN Rita

doctor în științe medical-veterinare, conferențiar universitar, Catedra Clinici 2, Facultatea Medicină Veterinară, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

GOLBAN Artur

doctor în științe economice, lector universitar, Catedra Business și Administrare, Facultatea Economie, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Data prezentării articolului: 05.04.2020

Data acceptării articolului: 29.05.2020